

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL ACCESO INTERNET MOVIL POR
SUSCRIPCION EN COLOMBIA MEDIANTE EL USO DE MODELOS DE DATOS
PANEL PARA EL PERIODO DE 2017-2018**



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
ESTADÍSTICA APLICADA**

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
PROYECTO DE GRADO
BOGOTÁ, D. C.
2019

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL ACCESO INTERNET MOVIL POR
SUSCRIPCION EN COLOMBIA MEDIANTE EL USO DE MODELOS DE DATOS
PANEL PARA EL PERIODO DE 2017-2018**



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
ESTADÍSTICA APLICADA**

**ADRIANA LICED ARANDA REY
MIGUEL ANDRES SOLANO IBÁÑEZ**

**DIRECTOR:
HEIVAR YESID RODRÍGUEZ PINZÓN
Mg. Ciencias Económicas**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
PROYECTO DE GRADO
BOGOTÁ, D. C.
2019**

Nota de Aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, D.C. 22 de Junio de 2019

Las Directivas de la Fundación Universitaria Los Libertadores, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Este corresponde únicamente a los autores.

Dedicatoria

A la memoria de Miguel Salomón Solano Sanchez, mi padre.

Después de tanto tiempo sigo llorando su ausencia
y extrañando su bendita presencia.

Dios concede la victoria a la constancia, pero no sería lo mismo sin el
apoyo de los seres queridos que nos rodean

Adriana, Esposa soporte vital

Barbara, mi madre, ejemplo de vida.

Maria, hermana siempre fuerte y resiliente.

Percy, Amigo y hermano.

Eder, Sabiduría y amigo incondicional.

Agradecimientos

Al Profesor Heivar Yesid Rodríguez Pinzón, por su ayuda en el desarrollo de los conceptos estadísticos usados en el proyecto

Director del Proyecto

Al Profesor Jhonn Edgar Castro Montaña, por su apoyo en la construcción del documento.

Tutor seminario de investigación.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	14
1.3. JUSTIFICACIÓN.	14
1.4. OBJETIVOS.	17
1.4.1. Objetivo general.	17
1.4.2. Objetivos específicos.	17
CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA.....	18
2.1. MARCO NORMATIVO	18
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	20
2.2.1. Selección de variables:.....	20
2.2.2. Modelo de datos panel.	25
2.2.2.1. Especificación general de un modelo de datos panel.....	26
2.2.2.2. Ventajas y desventajas de un Modelo de datos Panel.....	26
2.2.2.3. Modelo de efectos fijos.....	28
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	29
3.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	29
3.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	29
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	30
4.1. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS.	30
4.1.1. Descripción General.....	30
4.1.1.1. Descripción para la variable Abonados (A):.....	31
4.1.1.2. Descripción para la variable Ingresos IM (IM):	32

4.1.1.3. Descripción agrupada por proveedor para las variables de Abonados Pospago (AP), Líneas Activas (LA) y Líneas Retiradas (LR):.....	34
4.1.1.4. Descripción para la variable de Abonados Pospago (AP):	37
4.1.1.5. Descripción para la variable Líneas Activas (LA):.....	38
4.1.1.6. Descripción para la variable Líneas Retiradas (LR):	39
4.2. MODELO DE DATOS PANEL.	40
4.2.1. Modelo de efectos fijos	40
4.2.2. Contraste de medias y Varianzas	41
4.2.2.1. Contraste de medias y Varianzas variable Abonados (A):	41
4.2.2.2. Contraste de medias y Varianzas variable Abonados Pospago (AP):.....	43
4.2.2.3. Contraste de medias y Varianzas variable Ingresos Móvil (IM):	44
4.2.3. Estimación del modelo.....	45
4.2.4. Pruebas para validación del modelo	46
4.2.4.1. Prueba de normalidad del modelo.....	47
4.2.4.2. Modelo y comportamiento de los residuales	48
4.2.4.3. Prueba de Heterocedasticidad de los residuales.....	50
4.2.4.4. Prueba de redundancia del modelo	51
4.2.5. Modelo de efectos Fijo seleccionado.....	51
4.2.6. Efectos fijos del modelo del Individuo	53
4.2.7. Efectos fijos del tiempo en modelo.....	54
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
CAPÍTULO 6. REFERENCIAS.....	56

TABLA DE FIGURAS

Gráfico 1, Evolución de suscripciones por tipo.....	8
Gráfico 2, Índice de penetración de Internet móvil 1T 2010- 4T2018	9
Gráfico 3, Índice de penetración de Internet móvil 1T 2010- 4T2018 por proveedor.....	9
Gráfico 4, Velocidad Media HTTP por ciudad, Operador y año (Mbps) (Post[data], Producto de la CRC. (s.f.)).....	12
Gráfico 5, Latencia por Ciudad, Operador y Año (ms) (Post[data], Producto de la CRC. (s.f.)).....	12
Gráfico 6, Tiempo de carga Web por Ciudad, Operador y Año (segundos) (Post[data], Producto de la CRC. (s.f.)).....	13
Gráfico 7, Número de Abonados de internet móvil (A)	31
Gráfico 8, Ingresos de acceso a internet móvil por proveedor (IM)	32
Gráfico 9, AVANTEL comportamiento de LA, LR y AP	34
Gráfico 10, ETB comportamiento de LA, LR y AP	35
Gráfico 11, COMCEL comportamiento de LA, LR y AP	35
Gráfico 12, MOVISTAR comportamiento de LA, LR y AP	36
Gráfico 13, TIGO comportamiento de LA, LR y AP	36
Gráfico 14, Prueba de Contraste de Medias de la variable LogAbonados	43
Gráfico 15, Prueba de contraste de Varianza de la variable LogAbonados.....	43
Gráfico 16, Prueba de Contraste de Medias de la variable LogAbonadosPospago	44
Gráfico 17, Prueba de contraste de Varianza de la variable LogAbonadosPospago	44
Gráfico 18, Prueba de Contraste de Medias de la variable LogIngresosMovil	44
Gráfico 19, Prueba de contraste de Varianza de la variable LogIngresosMovil	45

Gráfico 20, Resultado del modelo de datos Fijos seleccionado.....	46
Gráfico 21, Prueba de Normalidad del modelo seleccionado en Eviews	47
Gráfico 22, Prueba de Residuales del modelo seleccionado.....	48
Gráfico 23. Comportamiento Residuales por periodo	49
Gráfico 24, Dependencia de Residuales del modelo seleccionado.....	50
Gráfico 25. Heterocedasticidad Residuales del modelo seleccionado.....	50
Gráfico 26. Prueba de Redundancia en el modelo	51
Gráfico 27. Resultado del Modelo seleccionado	53

TABLA DE ECUACIONES

Ecuación 1, Especificación general de un modelo de datos panel (Mayorga M, M., & Muñoz S, E, 2000)	26
Ecuación 2, Especificación de un modelo de datos panel de efectos fijos (Mayorga M, M., & Muñoz S, E, 2000).....	28
Ecuación 3. Ecuación del Modelo de seleccionado	51
Ecuación 4. Modelo Efectos Fijos Seleccionado	52

TABLAS

Tabla 1, Estadístico Descriptivo Variable Abonados	31
Tabla 2, Estadístico Descriptivo Variable Ingreso IM.....	33
Tabla 3, Estadístico Descriptivo Variable Abonados Pospago.....	37
Tabla 4, Estadístico descriptivo de la Variable Líneas Activas	38
Tabla 5, Estadístico Descriptivo de la Variable Líneas Retiradas	39
Tabla 6, Modelos de datos panel evaluado	40
Tabla 7, Modelo de datos panel seleccionado	41
Tabla 8. Efectos Individuos del modelo seleccionado.....	53
Tabla 9. Efectos del Tiempo en el Modelo seleccionado	54

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL ACCESO INTERNET MOVIL POR
SUSCRIPCION EN COLOMBIA MEDIANTE EL USO DE MODELOS DE DATOS
PANEL PARA EL PERIODO DE 2017-2018**

Resumen.

Aranda Rey Adriana Liced Y Solano Ibañez Miguel Andres

El objetivo de este trabajo es identificar el proveedor de internet móvil por suscripción con mayor incidencia en Colombia en el periodo 2017-2018, evaluando y ajustando un modelo econométrico de datos panel que explique el comportamiento de la variable número de Abonados (A) a partir de la revisión de unas variables preseleccionadas. De acuerdo a las pruebas de hipótesis y análisis realizados se optó por un modelo de efectos fijos. Con este modelo se encontró evidencia estadística de que el proveedor COMCEL con un valor de 1.014127 es el proveedor con más efectos en el periodo seleccionado, por lo cual se evidencia que este proveedor sigue siendo el que más tiene cuota de mercado y que además el 4to trimestre del 2017 con un valor de 0.125146 es el periodo con más efectos.

Palabras Clave: Internet Móvil por suscripción, Abonados, Pospago, datos panel.

Abstract.

The objective of this work is to identify the mobile internet provider with the largest presence in Colombia during the period 2017-2018, evaluate and adjust an economic panel data model that explain the behavior of the variable number of Subscribers (A) from review of the preselected variables. According to the tests of hypotheses and analyzes carried out, a fixed-effect model was chosen. With this model, statistical evidence is presented that the COMCEL provider with a value of 1.014127 is the provider with the most effects in the selected period, so it is shown in this provider that it continues to be the one with the most market share and that in addition the 4th quarter of 2017 with a value of 0.125146 is the period with the most effects.

Keywords: Mobile Internet by subscription, Subscribers, Postpaid, panel data.

Introducción

El presente estudio tiene como objetivo principal identificar, aplicando el modelo econométrico de datos panel, el comportamiento de los proveedores de servicios de internet móvil y su incidencia en el periodo 2017-2018 en Colombia. Para lo cual se han evaluado las variables: Número de Abonados de internet móvil (A), Ingresos económicos del proveedor por acceso a internet móvil (IM), Número de líneas activas (LA), Número de líneas retiradas (LR) y el Número de abonados pospago (AP) extraídas a partir de los boletines trimestrales del sector TIC publicados por el Ministerio de las Tecnologías y las Comunicaciones (MINTIC).

La importancia de realizar este estudio en particular radica en que a pesar de que existe una normatividad vigente administrada por la Comisión de Regulación de comunicaciones (CRC) y se han realizado estudios de calidad por parte de empresas privadas y entidades públicas, se han definido indicadores de calidad por MINTIC pero aún no hay un análisis periódico que dé cuenta de si hay un Proveedor de servicios de internet móvil que pueda tener una posición dominante o una mayor incidencia con respecto al resto de Proveedores. Por ende, este documento está dividido en cuatro capítulos distribuidos de la siguiente manera:

En el Capítulo 1, se hace un recorrido histórico sobre como llegó el acceso a internet móvil a Colombia y de cómo se hizo necesario establecer una normatividad por parte del Estado a fin de cuidar a los usuarios de estas tecnologías, además la formulación del problema de investigación, así como los trabajos académicos que ya se han hecho relacionados con el objeto de estudio. La pregunta que se genera es ¿Qué variables permiten explicar el comportamiento de Abonados e identifican el proveedor de internet móvil por suscripción con mayor incidencia en Colombia en el periodo 2017-2018?.

En el Capítulo 2, se expone el marco de referencia para este estudio, por tanto, se detalla la evolución de la normatividad en Colombia, la definición de las variables seleccionadas y la definición conceptual del modelo de datos panel.

En el Capítulo 3, se explica la metodología usada para el procesamiento de la información y los filtros aplicados a dicha información.

En el Capítulo 4, se muestra el análisis realizado mediante el modelo de datos panel dando cuenta de los estadísticos descriptivos de cada variable, los criterios de selección del mejor modelo econométrico y las pruebas de hipótesis que sustentan dicha selección.

Por último, en el capítulo 5 se encuentran las conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

Capítulo 1. Planteamiento y formulación del problema.

1.1.Planteamiento del problema.

El presente trabajo busca determinar un modelo estadístico que permita entender el comportamiento del acceso a internet móvil en Colombia a través de la información presentada por MINTIC. Se hace necesario entonces describir el proceso histórico que dio lugar al acceso a internet en Colombia. Desde 1986 y hasta 1990 dentro de la Universidad de los Andes de Colombia surgieron iniciativas para tener redes de computadores interconectadas que permitieran el acceso a la información de manera más eficiente, dándose así un hecho histórico que transformaría al país para siempre. “teniendo ya una cultura de red, la Universidad de los Andes inició su proceso de ingreso a las redes de telecomunicaciones mundiales. El primer logro fue la conexión a Bitnet2, que nació como una red experimental de computadores de la Darpa3¹, la cual se conectó más adelante con un par de universidades del noreste estadounidense. Bitnet llegó a los Andes a partir de la inquietud académica de Carlos Uribe, profesor de Antropología, quien transmitió su interés por la afiliación a esta red a Iván Trujillo, Director Administrativo de la Universidad. Para ese entonces con el concurso de Mauricio Arango, Director del Centro de Cómputo (1986), los Andes se había afiliado a Educom, un consorcio de universidades y de compañías de computación y telecomunicaciones cuyo objetivo era impulsar la utilización de las tecnologías para la enseñanza y la investigación.” (Universidad de los Andes, 2006, p. 146-148) Es así como en 1991 por medio de la solicitud formal realizada por Hugo Sin Triana se solicitó formalmente a Internic2 que fue el principal organismo gubernamental de internet responsable de los nombres de dominio y

¹ Departamento de Defensa de los Estados Unidos

² InterNIC. Internet Network Information Center

las Direcciones IP, hasta 1998, la asignación y administración del dominio .co para Colombia siendo aprobada por la entidad en el mismo año.

Desde este año aparecen sucesos importantes que de acuerdo a la infografía de (MINTIC, 2019) se resumen así:

- En 1994 la Universidad de los Andes lanzó su página web, la primera del país.
- En 1999 se creó el Programa COMPARTEL, encargado de ejecutar los primeros proyectos de telecomunicaciones sociales.
- En 2000 la fibra óptica llegó a Colombia, con la entrada en operación del cable submarino Maya -1.
- En 2001 Se empezó a ofrecer el servicio de telecomunicaciones en todo el país.
- En 2008 Primera conexión a Internet móvil en el país y llegó la conexión 3G que permitió ver contenido vía streaming en los teléfonos celulares.
- En 2010 en diciembre, inició la fase de operación del Proyecto de Cable Submarino que conecta a la Isla de San Andrés con el territorio continental colombiano.
- En 2012 se adjudicó la primera fase del proyecto Kioscos Digitales, que benefició 1.144 centros poblados del país con la instalación de soluciones de acceso rural comunitaria a las TIC, se instalaron los primeros 35 Puntos Digitales, centros de acceso a las TIC ubicados en zonas urbanas del país y llegó la conexión 4G impulsando el consumo de datos en teléfonos inteligentes.
- En 2013 se contrató la segunda fase del proyecto Kioscos Digitales, con el cual se instalaron 5.648 soluciones de acceso comunitario a Internet en centros poblados de los 32 departamentos del país y entraron en operación los primeros 452 municipios beneficiados con el Proyecto Nacional de Fibra Óptica.

- En 2015 se adjudicó la tercera fase del proyecto Kioscos Digitales, para atender los mismos centros poblados beneficiados por la primera fase, logrando la instalación de 1.231 soluciones de acceso comunitario a Internet.
- En 2019 inició el proceso de subasta de espectro en las bandas de 700, 1.900 y 2.500 MHz para contar con cobertura en todo el país que permita cerrar la brecha digital, inició la implementación de nuevos proyectos de conectividad social rural que se instalarán en 10.000 sedes educativas y comunidades del campo y en diciembre, concluirá la fase de instalación del Proyecto de Acceso Universal Sostenible, con el cual se prevé beneficiar hasta 1.000 centros poblados de 21 departamentos del país.

Esta evolución representó un reto en la definición de políticas públicas que permitieran beneficiar a los usuarios de las nuevas tecnologías, por lo cual en el tiempo el gobierno nacional ha definido las reglas por las cuales los proveedores de telecomunicaciones deben regirse a fin de cubrir las necesidades del mercado. Por tal razón desde el año 2007 la CRC estableció como actividad de carácter obligatorio la generación de reportes periódicos por parte de los proveedores a acceso a internet móvil. Esta entidad tiene como función (CRC, 2019) “La CRC, de que trata la Ley 142 de 1994, se denominará Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), Unidad Administrativa Especial, con independencia administrativa, técnica y patrimonial, sin personería jurídica adscrita al MINTIC.

La CRC es el órgano encargado de promover la competencia, evitar el abuso de posición dominante y regular los mercados de las redes y los servicios de comunicaciones; con el fin que la prestación de los servicios sea económicamente eficiente, y refleje altos niveles de calidad.

Para estos efectos la CRC adoptará una regulación que incentive la construcción de un mercado competitivo que desarrolle los principios orientadores de la presente ley.” Dicha regulación se resume por (MINTIC, 2014) de la siguiente forma:

El origen de la operación comienza por la planeación del acopio de la información estadística de Internet, que inicia en el año 2007 bajo la responsabilidad de la CRC y bajo Resolución CRC. 1740 los Proveedores de redes y servicios debían reportar la información por medio del Sistema de Información Unificado del Sector de Telecomunicaciones (SIUST³).

En 2008 entra en vigencia la Resolución CRC. 1940 por la cual se expide el Régimen Unificado de Reporte de Información de los operadores de telecomunicaciones a la CRC. De esta forma se empezó a solicitar más información y de forma más específica, dando como resultado los “Informes trimestrales de conectividad”, el cual publicaba la CRC en la misma plataforma del SIUST, en un documento donde se tomaba globalmente la gestión del MINTIC.

Este “Informe de Conectividad” estuvo vigente hasta el primer trimestre de 2010, cuando el MINTIC, asume directamente del tema de información estadística del sector, por medio de la Oficina de Planeación e Información desde el cuarto trimestre de 2010.

De acuerdo a las nuevas responsabilidades adquiridas por la Oficina de Planeación e Información, se planeó, rediseñó e implementó un nuevo informe estadístico, dando como resultado dos documentos técnicos llamados “Informe y Boletín trimestral de las TIC”. Estos documentos

³ Sistema de Información Unificado del Sector de Telecomunicaciones - SIUST por medio del cual se permite la captura de los reportes de los proveedores de redes y/o servicios de telecomunicaciones y operadores postales. En este componente se pueden diligenciar los formatos con la información comercial, financiera y técnica, de interés para el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, la Comisión de Regulación de Comunicaciones, la Superintendencia de Industria y Comercio y demás entidades estatales y para el público en general.

presentan Información técnica específica, que muestra las fluctuaciones del sector TIC, con una periodicidad trimestral y desde el punto de vista de la oferta.

El año 2008 representó un tiempo decisivo para la adopción del acceso a internet móvil en el país, de acuerdo con lo presentado por (MINTIC, 2010) para agosto de 2010 “El total de suscriptores fijos y móviles del servicio de acceso a Internet tuvo un aumento 4,03% en el primer trimestre de 2010, llegando a 3.309.530. Los accesos dedicados fijos aumentaron un 4,25%, mientras que los accesos móviles por suscripción se incrementaron en 5,4%” con respecto al año 2008.

Desde el año señalado y hasta el primer trimestre del año 2010 el comportamiento de abonados se describe en la siguiente gráfica:

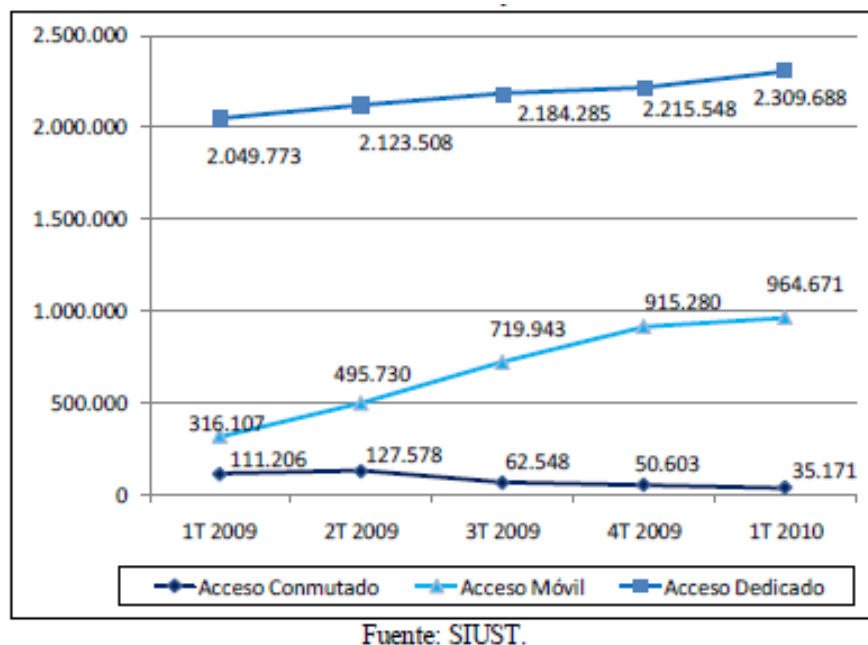


Gráfico 1, Evolución de suscripciones por tipo.⁴

Lo cual indica que para el primer trimestre del año 2010 se había logrado un índice de penetración⁵ del 2.12% sobre el número total de habitantes en Colombia para el año 2010. Durante los años siguientes se reportó un incremento de dicho índice a partir de los reportes históricos realizados por los proveedores de acceso a internet móvil que son administrados y publicados por el MINTIC.

⁴ Fuente: Elaboración propia con datos de MINTIC

⁵ Índice de penetración: Porcentaje que resulta de dividir el número de abonados reportados por los proveedores de internet móvil entre el número de habitantes reportados por el DANE de acuerdo a las cifras de Proyecciones de población colombiana.

En el siguiente grafico se puede observar dicha evolución:

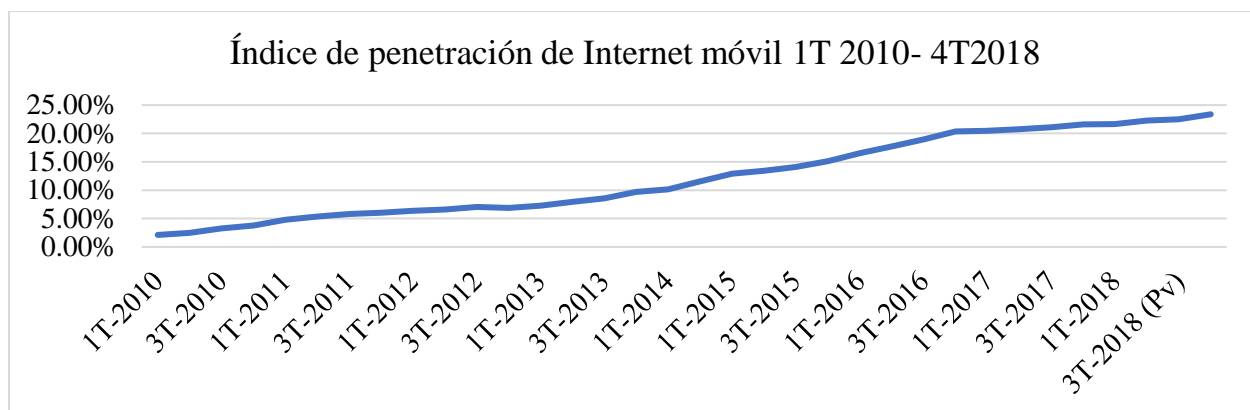


Gráfico 2, Índice de penetración de Internet móvil 1T 2010- 4T2018⁴

Cada proveedor de acceso a internet móvil hace un aporte al indicador de penetración que se describe a continuación en el siguiente gráfico:

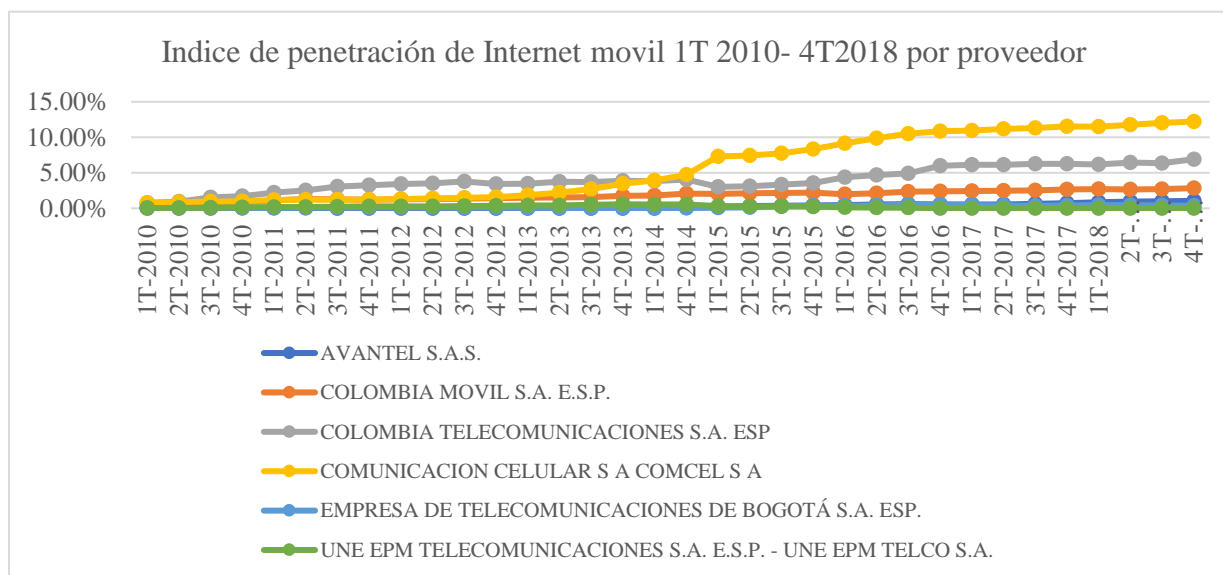


Gráfico 3, Índice de penetración de Internet móvil 1T 2010- 4T2018 por proveedor⁴

Estos documentos estadísticos se basan en las necesidades de los grupos de interés (proveedores de telecomunicaciones y gobierno nacional) del sector TIC y bajo la responsabilidad de la dependencia del MinTIC ahora llamada, Oficina Asesora de Planeación y Estudios Sectoriales. Sin embargo, dichos reportes dan cuenta únicamente de información que proviene de los proveedores de telecomunicaciones y para efectos de entender el comportamiento del internet móvil de manera integral se hace necesario revisar si la evaluación de la efectividad de las medidas adoptadas por el gobierno nacional permite controlar la oferta de los proveedores de internet móvil por suscripción. Para lo cual empresas privadas y la CRC han realizado estudios anuales.

En un estudio realizado por (OPENSIGNAL,2019) en enero del 2019 usando una metodología propia se analizaron los proveedores CLARO, MOVISTAR y TIGO, así como las variables disponibilidad del acceso a 4G, experiencia de video, experiencia de la velocidad de descarga, experiencia en velocidad de carga y experiencia de latencia. Se pudo evidenciar que MOVISTAR es el proveedor con más disponibilidad del acceso a 4G en comparación con CLARO y TIGO. En cuanto a experiencia de video “La métrica de la experiencia de video de OPENSIGNAL es una herramienta de análisis única en su tipo, que utiliza una variedad de factores que incluyen el tiempo de carga, las tasas de pérdida de video y la resolución de imágenes, para determinar la calidad general del video móvil que ofrecen los operadores. La experiencia de video se calcula como una puntuación de 0 a 100 (cuanto mayor sea la puntuación, mejor será la experiencia) y se vio apenas 2 puntos entre los operadores en Colombia. Los tres operadores de Colombia aterrizaron en el rango justo (40-55) de nuestra escala, lo que significa que los tiempos de carga de video son lentos; las paradas y las intermitencias a medio camino son comunes en diversos grados; y las conexiones a menudo tienen problemas para hacer frente a los formatos de mayor resolución. y estos puntajes no fueron mucho mejores en las mediciones de experiencia de video de solo 4G, lo que significa

que los operadores del país tienen mucho trabajo que hacer si se toman en serio el impulso del consumo de video del consumidor en sus redes.” (OPENSIGNAL,2019). Para la experiencia de velocidad de descarga TIGO tuvo mejor puntuación con respecto a los otros proveedores. En la experiencia de velocidad de subida y en la experiencia de latencia MOVISTAR tuvo mejor puntuación con respecto a los otros proveedores.

Estas cinco variables de OPENSIGNAL son de gran utilidad y permiten observar que hay mucho por mejorar con respecto al servicio de internet móvil.

MINTIC ha contemplado dentro de las metas para el sector TIC ejercicios de autoevaluación lideradas por la CRC buscando entender el comportamiento de los servicios de internet móvil desde la perspectiva del usuario.

Durante el año 2017 y finales del 2018 se llevó a cabo la medición de calidad de los servicios fijos y móviles 2018 en donde se pudo identificar que “Los resultados obtenidos para el año 2018 evidencian una notable mejora de la calidad de los servicios móviles y un aumento en las velocidades de descarga del servicio de internet fijo, siendo Bogotá la ciudad que registra el mayor promedio de velocidad. Así mismo, queda demostrado que estas mediciones aportan al mejoramiento de la calidad del servicio, puesto que han motivado a los operadores a adelantar esfuerzos adicionales para mejorar la experiencia de sus clientes al momento de consumir los servicios, señaló Carlos Lugo Silva, Comisionado y Director Ejecutivo de la CRC” (CRC,2019)

El análisis de estos datos permitió definir tres variables que a continuación se definen:

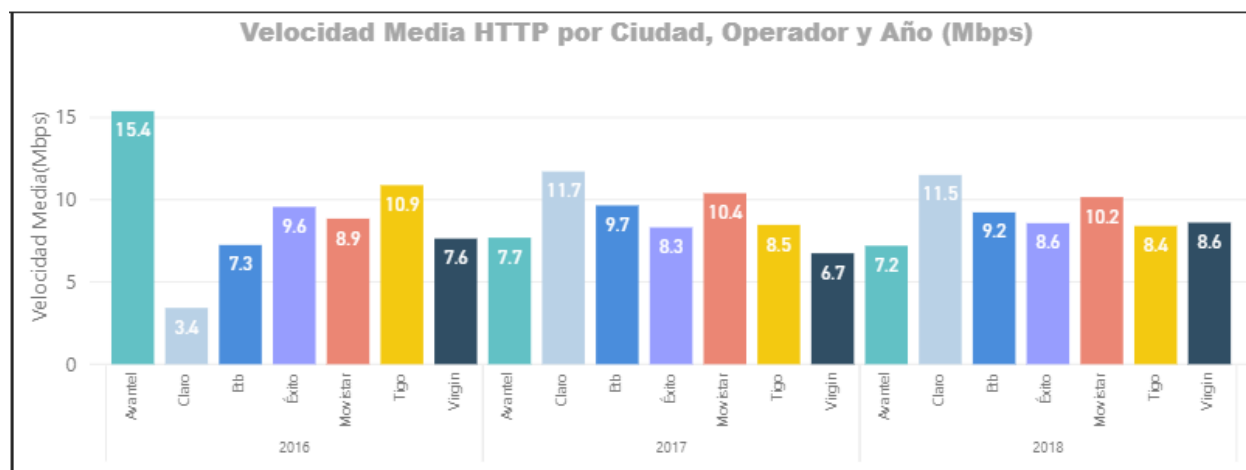


Gráfico 4, Velocidad Media HTTP por ciudad, Operador y año (Mbps) (Post[data], Producto de la CRC. (s.f.))

De acuerdo al reporte de CRC la velocidad media se define como “Es la rapidez con la que se pueden descargar y cargar contenidos desde una página web. A mayor velocidad obtenida en la medición, mejor experiencia del Usuario” (CRC,2019)

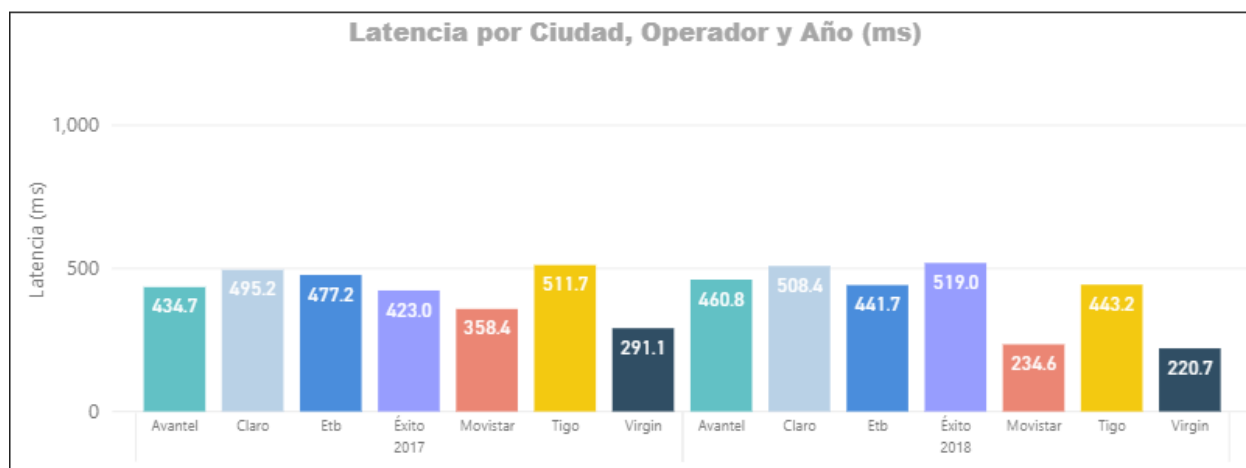


Gráfico 5, Latencia por Ciudad, Operador y Año (ms) (Post[data], Producto de la CRC. (s.f.))

La latencia se define de acuerdo al reporte de CRC como “Mide que tan rápido viajan los datos del punto de origen al destino. La experiencia al intentar acceder a audio, vídeo y vídeo juegos es

mejor con latencias más bajas. Por lo cual, si el tiempo obtenido en la medición es pequeño, la experiencia del usuario es mejor.” (CRC,2019)

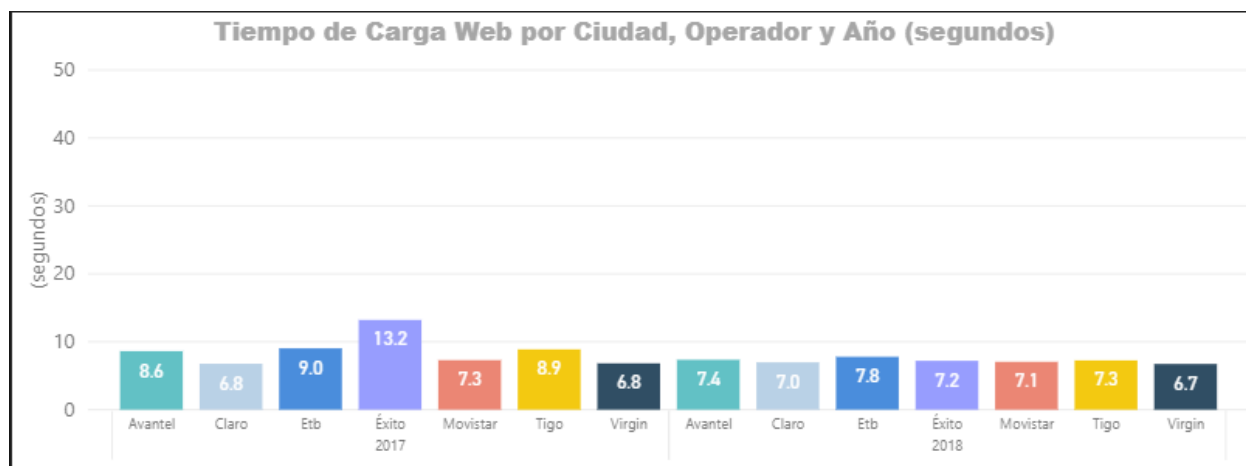


Gráfico 6, Tiempo de carga Web por Ciudad, Operador y Año (segundos) (Post[data], Producto de la CRC. (s.f.))

El tiempo de carga web de acuerdo al reporte de CRC se define como “Es lo que se demora una página web en cargar completamente todos los recursos para visualización. Si el tiempo obtenido en la medición es pequeño, la experiencia de usuario es mejor.” (CRC,2019)

El comportamiento evaluado de estas tres variables ha definido los indicadores de gestión de la CRC y MINTIC de cara a replantear o reforzar la reglamentación actual. Estos esfuerzos han sido de gran utilidad, pero son susceptibles de mejora. Por lo cual hacer una revisión periódica que incluya la evaluación de la cuota de mercado de cada proveedor de telecomunicaciones dejara ver si se cumple el objetivo por el cual fue creado el CRC. En el presente trabajo se busca a partir de los datos públicos ofrecidos por MINTIC “Informes y Boletines trimestral de las TIC” y las resoluciones de la CRC realizar un análisis con un modelo econométrico de las variables preseleccionadas de los boletines de MINTIC que pueden explicar el comportamiento de los abonados de internet móvil por suscripción permitiendo así entender cuál es el proveedor con más cuota de mercado y en qué momentos del tiempo ha existido mayor variación.

1.2. Formulación del problema.

¿Qué variables permiten explicar el comportamiento de Abonados e identifican el proveedor de internet móvil por suscripción con mayor incidencia en Colombia en el periodo 2017-2018?

1.3. Justificación.

El análisis estadístico de abonados de telecomunicaciones ha sido objeto de estudio por parte de universidades, entidades privadas y públicas, debido a que este mercado presenta una dinámica en el tiempo que requiere hacer evaluaciones periódicas para entender el comportamiento y definir indicadores que el gobierno de cada país puede usar para ajustar los controles normativos.

En Colombia, para el año 2015 se realizó un trabajo de grado para Maestría en administración financiera de la Universidad EAFIT donde se planteó un análisis de los Principales Determinantes del Precio de los Servicios de Voz de Telefonía Móvil en Colombia estudiando cuales son algunas de las principales variables que explican los precios de los servicios de voz fijados por las empresas de telefonía móvil en Colombia. Mediante el análisis de distintas variables que caracterizan este sector, como los precios históricos de todos los operadores, las inversiones realizadas en redes, la participación de mercado y las medidas regulatorias. Se planteó un modelo de panel de datos, entre el periodo 2005 – 2011, que permitió evidenciar la interdependencia que hay entre las distintas compañías a la hora de fijar sus tarifas. Se evidenció adicionalmente el liderazgo de uno de los competidores y la existencia de una guerra de precios entre los operadores. (Linares, D. F., & García, J. J., 2015). Este análisis contempló el uso de las variables Prepago y Postpago Onnet⁶, Prepago y Postpago Offnet⁷ y SMS⁸. Con estas variables se planteó un modelo que permitió

⁶ Los precios Onnet hacen referencia al valor cobrado por las llamadas hechas entre usuarios de un mismo operador

⁷ Los precios Offnet hacen referencia al valor cobrado por las llamadas hechas entre usuarios de diferentes operadores

⁸ Mensajes de Texto

observar que el mercado de la telefonía móvil en Colombia para el periodo de tiempo seleccionado vivía una fuerte guerra de precios la cual tenía como referencia a Movistar quien es el operador que se encuentra en la segunda posición, es decir, tanto Claro como Tigo en primera y tercera posición respectivamente, fijaban sus precios de acuerdo a lo que hiciera su competidor más cercano quien tenía un liderazgo en precios. Respecto a las inversiones, los resultados obtenidos muestran que la inversión del mes anterior tiene un efecto negativo en el precio, es decir, los operadores al hacer el despliegue de red deseaban crecer en usuarios y por lo tanto esperaban ofrecer un menor precio sin ver afectadas sus rentabilidades. Sin embargo, que la inversión de dos meses atrás resultara significativa y tuviera un impacto positivo en el precio, indicaba claramente que no se está creciendo en usuarios como se quiere y por lo tanto se debía recuperar lo invertido por medio del incremento en precios de los productos ofrecidos

En el año 2017 en un análisis publicado para la revista de investigaciones de la Institución Universitaria EAM se identificó a través del uso de modelo de datos panel que: usando como referencia una base de datos de 78 países, distribuida así por regiones: europea (34 países), de Asia-Pacífico (23 países), latinoamericana (13 países), africana (6 países) y norteamericana (2 países) para el periodo 2010 a 2015. Se pudo evidenciar que existen diferencias en la prestación de los servicios de telecomunicaciones. Indicando que “Estas diferencias no se limitan a la tecnología, sino que corresponden a las instituciones informales es decir las ideas, las ideologías, e incluso las religiones dan forma a la sociedad y en consecuencia a las relaciones económicas”. (Camargo Mayorga, D. A., Cardona García, O., & Roncancio García, Á. D., 2017) Para obtener esta conclusión se usaron las variables: número de suscripciones a internet móvil (MIS), como variable proxy de los servicios que se ofrecen por internet, incluido todo lo relacionado con las aplicaciones; el porcentaje de la población cubierto al menos por conectividad 3G (G); número de

suscripciones a telefonía móvil (MTS) y número de teléfonos móviles (MP). Después de someter estas variables a un análisis de correlación de Pearson⁹ se determinó una correlación estadísticamente significativa entre las variables, procediendo luego a determinar un modelo final a partir de las pruebas de hipótesis Hausman¹⁰ y Breusch-Pagan¹¹ agregadas como anexos en el documento mencionado.

Considerando los trabajos académicos que se han desarrollado en el análisis de servicios de telecomunicaciones y con el ánimo de enriquecer el conocimiento desarrollado se busca por medio del presente trabajo presentar un modelo de datos panel que permita entender la incidencia de los proveedores de internet móvil por suscripción en Colombia en el periodo 2017 -2018 a partir de unas variables de interés preseleccionadas.

⁹ En estadística, el coeficiente de correlación de Pearson es una medida lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. A diferencia de la covarianza, la correlación de Pearson es independiente de la escala de medida de las variables. De manera menos formal, podemos definir el coeficiente de correlación de Pearson como un índice que puede utilizarse para medir el grado de relación de dos variables siempre y cuando ambas sean cuantitativas y continuas (Wikipedia, La enciclopedia libre, 2019)

¹⁰ Esta prueba permite determinar qué modelo es el más adecuado para el panel de datos que se está analizando, si el de efectos fijos o de efectos aleatorios.

Utiliza para ello una prueba Chi-cuadrado con la hipótesis nula de que el modelo de efectos aleatorios es el que mejor explica la relación de la variable dependiente con las explicativas, y por tanto se tiene la hipótesis alternativa de que el mejor método que se ajusta es el de efectos fijos. Mayorga M, M., & Muñoz S, E. (09 de 2000)

¹¹ En estadística, el test de Breusch-Pagan se utiliza para determinar la heterocedasticidad en un modelo de regresión lineal. Analiza si la varianza estimada de los residuos de una regresión depende de los valores de las variables independientes. (Wikipedia, La enciclopedia libre, 2015)

1.4.Objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

- Identificar el proveedor de internet móvil por suscripción con mayor incidencia en Colombia en el periodo 2017-2018.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Identificar las variables que permiten dar cuenta del proveedor de internet móvil por suscripción con mayor incidencia en Colombia
- Evaluar y ajustar un modelo econométrico de datos panel que explique el comportamiento de la variable número de Abonados (A) a partir de la revisión de las variables preseleccionadas.
- Identificar y presentar los efectos de los proveedores de internet móvil por suscripción y de los periodos evaluados.

Capítulo 2. Marco de Referencia.

2.1. Marco normativo

La normatividad definida por las entidades de control del Estado colombiano para la regulación de los servicios de telecomunicaciones ofrecidos por proveedores públicos y privados ha tenido una evolución que a continuación se describe:

En el año 2007 la CRC publico una resolución que en su epígrafe dice “Por la cual se definen los indicadores de calidad para los servicios de telecomunicaciones y se dictan otras disposiciones” (Resolución CRC N° 1740, 2007) que menciona en el artículo. 1.6. Reportes “Los reportes de indicadores de cada trimestre se presentarán durante el transcurso del siguiente mes calendario a su finalización. El reporte de los servicios será diferenciado por tecnología de acceso, en caso de requerirse.

Esta información debe ser reportada al sistema único de información -SUI- para los operadores sujetos a la vigilancia de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y al Sistema de Información unificado del Sector de las Telecomunicaciones -SIUST- para el resto de operadores de telecomunicaciones”.

Luego en el año 2008 la CRC publico una resolución que en su epígrafe dice “Por la cual se expide el Régimen Unificado de Reporte de Información de los proveedores de Comunicaciones a la Comisión de Regulación de Comunicaciones” (Resolución CRC N° 1940, 2008) que menciona en el artículo 2. CLASES DE REPORTES “Los proveedores de Comunicaciones deberán presentar cinco clases de reportes: Un reporte anual, un reporte semestral, un reporte trimestral, un reporte mensual y reportes no periódicos de novedades”.

Para el año 2011 la CRC publico una resolución que en su epígrafe dice “Por la cual se expide el Régimen de Reporte de Información Periódica de los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones a la Comisión de Regulación de Comunicaciones” (Resolución CRC N° 3496, 2011). Dando lugar al primer formato denominado ACCESO MÓVIL A INTERNET donde se especificó las variables de medición relevantes y obligatorias.

En el año 2012 MINTIC publica una resolución que en su epígrafe dice “Por la cual se crea el SISTEMA DE INFORMACION INTEGRAL DEL SECTOR DE TIC-COLOMBIA TIC y se dictan otras disposiciones” (Resolución MINTIC N° 3484, 2012). Siendo este sistema una fuente publica y alimentada por: MINTIC, la Agencia Nacional del espectro (ANE), la CRC, el Fondo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (FONTIC) y la Autoridad Nacional de Televisión (ANTV). Derogando al antiguo sistema SIUST.

Los formatos de información han sido objeto de cambio desde el 2011 hasta la resolución CRC 4986 de 2016 mediante varios actos administrativos.

Desde este año y a la fecha la administración del sistema COLOMBIA TIC está a cargo de la Oficina de Planeación e Información de MINTIC. Mediante este sistema se publican periódicamente los reportes trimestrales que son la fuente primaria para el presente estudio.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Selección de variables:

En el formato 1.9 denominado y definido por (CRC,2016. P.23) se describen los campos de información obligatorios referentes al “Acceso Móvil a Internet” indicando lo siguiente:

Periodicidad: Trimestral. Este formato deberá ser diligenciado por los proveedores de redes y servicios que ofrezcan acceso móvil a Internet. Los operadores de red no deben incluir la información correspondiente a los usuarios de Operadores Móviles Virtuales (OMV) que hacen uso de sus redes.

Segmento: Corresponde al tipo de suscriptor que contrata el servicio de acceso a Internet. Se clasifica dentro de los siguientes grupos:

- **Personas:** si el que contrata el servicio es una persona natural asociada a un número de Cédula de Ciudadanía o Cedula de Extranjería.
- **Empresas:** si el que contrata el servicio es una persona jurídica asociada a un Número de Identificación Tributaria-NIT.

Terminal: Terminal usado por el suscriptor para acceder a la red y se clasifica dentro de los siguientes grupos:

- **Teléfono móvil:** Cuando el suscriptor utiliza un teléfono móvil para conectarse a Internet.

- **Data Card:** Cuando el suscriptor, a través de un Modem USB/PCMCIA¹², Ranura SIM¹³, Notebook/Netbook, etc., se conecta a Internet utilizando un computador, Tablet u otros equipos que hagan uso de servicios de datos únicamente.

Tecnología: Corresponde a la más alta tecnología utilizada por el suscriptor dentro de cada mes de medición, para la transmisión de la información a través de la red y se clasifica dentro de los siguientes grupos:

- **2G:** Para conexiones móviles que utilizan tecnologías GSM/GPRS/EDGE¹⁴, iDEN¹⁵, entre otros.
- **3G:** Para conexiones móviles que utilizan tecnologías W-CDMA/HSPA¹⁶, UWC-136¹⁷, HSPA+ (Evolved HSPA (HSPA Evolucionado), es un estándar de internet móvil) entre otros.

¹² PCMCIA es el acrónimo de Personal Computer Memory Card International Association: "Asociación Internacional de Tarjetas de Memoria para Computadoras Personales". Existen muchos tipos de dispositivos disponibles con formato de tarjeta PCMCIA: módems, tarjetas de sonido, tarjetas de red.

¹³ Una tarjeta SIM (acrónimo en inglés de subscriber identity module, en español módulo de identificación de abonado) es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos móviles y módems HSPA o LTE que se conectan al dispositivo por medio de una ranura lectora o lector SIM. Las tarjetas SIM almacenan de forma segura la clave de servicio del suscriptor usada para identificarse ante la red, de forma que sea posible cambiar la suscripción del cliente de un terminal a otro simplemente cambiando la tarjeta.

¹⁴ EDGE es el acrónimo para Enhanced Data Rates for GSM Evolution (tasas de Datos Mejoradas para la Evolución del GSM) y también conocida como Enhanced GPRS (EGPRS) o GPRS Mejorado

¹⁵ iDEN Red Mejorada Digital Integrada (Integrated Digital Enhanced Network) es una tecnología inalámbrica desarrollada por Motorola en 1994, proporciona a los usuarios múltiples servicios en un único e integrado sistema de comunicaciones móviles

¹⁶ La tecnología HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), también denominada 3.5G, 3G+ o mini 3G, es la optimización de la tecnología espectral UMTS/WCDMA, una tecnología basada en conexiones minis, de menor velocidad a el promedio que 3G y 4G, incluida en las especificaciones de 3GPP release 5 y consiste en un canal compartido en el enlace descendente (downlink) que mejora significativamente la capacidad máxima de transferencia de información

¹⁷ Las comunicaciones inalámbricas universales, o uwc-136, son un estándar propuesto por el consorcio universal de comunicaciones inalámbricas (uwcc), un consorcio de más de 85 operadores de telecomunicaciones y proveedores de productos inalámbricos, para un sistema de comunicaciones inalámbricas 3g (tercera generación). las comunicaciones inalámbricas universales (uwc-136) forman parte de la iniciativa internacional de telecomunicaciones móviles-2000 (imt-2000) de la unión internacional de telecomunicaciones (itu). uwcc promueve uwc-136 como un estándar imt-2000 de competencia.

- **4G:** Para conexiones móviles que utilizan tecnologías LTE¹⁸, WIMAX¹⁹, entre otros.

Cantidad de Suscriptores: Corresponde al número de usuarios que, según datos al último día de cada mes de medición, están obligados contractualmente a pagar un cargo fijo de manera periódica por el servicio de acceso a Internet móvil. Se deben incluir aquellos usuarios que, teniendo un contrato de servicio de acceso a internet móvil, también accedan al servicio mediante la modalidad de demanda.

Ingresos por suscripción: Total de ingresos en pesos colombianos (cifra completa con dos decimales) generados por los suscriptores durante el mes de medición. Esta información debe ir discriminada por segmento y terminal. No incluye impuestos

Tráfico por suscripción: Corresponde al tráfico total en Megabytes, cursado por los suscriptores durante el mes de medición. Agrupa por proveedor.

En la (Resolución MINTIC N° 781, 2013), se agregaron campos a los formatos preestablecidos incluyendo las variables:

Número Total de líneas en servicio: Indica la cantidad de líneas en servicio con corte al último día del trimestre reportado. Como línea en servicio se debe entender una línea del operador atribuida a un abonado (persona natural o jurídica) y en capacidad de cursar tráfico entrante o saliente. Para los proveedores en concesión deben registrar el mismo número de abonados en servicio que entregan en virtud del contrato de concesión.

¹⁸ LTE (acrónimo de Long Term Evolution), es un estándar para comunicaciones inalámbricas de transmisión de datos de alta velocidad para teléfonos móviles y terminales de datos

¹⁹ WiMAX, siglas de Worldwide Interoperability for Microwave Access (interoperabilidad mundial para acceso por microondas), es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,5 a 5,8 GHz y puede tener una cobertura hasta de 70 km.

Número total de líneas activas trimestre: Indica la cantidad de líneas activas durante el trimestre reportado, como línea activa se debe entender una línea que durante el trimestre reportado surtió el proceso de activación del operador encontrándose atribuida a un abonado (persona natural o jurídica) y en capacidad de cursar tráfico entrante o saliente.

Número total de líneas retiradas trimestre: Indica la cantidad de líneas desactivadas durante el trimestre reportado, con corte al último día del mismo. Como línea desactivada se debe entender una línea que no está activa en el HLR/HSS²⁰ ni registrada en la red para cursar tráfico diferente al tráfico de emergencia.

Para la selección de variables se tuvieron en cuenta los siguientes filtros:

- Se selecciono el segmento personas y bajo la modalidad de suscripción.
- Se agruparon para el segmento personas, las terminales y las tecnologías.
- Se denomina como **Número de Abonados de internet móvil (A)** al campo “Cantidad de suscriptores”.
- Se denomina como **Ingresos económicos del proveedor por acceso a internet móvil (IM)** al campo “Ingresos por suscripción”.
- Se denomina como **Número de abonados pospago (AP)** al campo Número Total de líneas en servicio.
- Se denomina como **Líneas activas (LA)** al campo Número total de líneas activas trimestre.

²⁰ Corresponde al número total HLR (Home Location Register), HSS (Home Subscriber Server) o el elemento que haga sus funciones que se encuentran activos y cursando tráfico de señalización de usuario.

- Se denomina como **Número de líneas retiradas (LR)** al campo Número total de líneas retiradas trimestre.

La selección de variables permite representar una serie de tiempo multivariada la cual puede explicar el comportamiento del Número de Abonados de internet móvil (A) a fin de identificar el proveedor de internet móvil por suscripción con mayor incidencia en Colombia en el periodo 2017-2018. Para el procesamiento de la serie de tiempo multivariada planteada se propone el modelo de datos panel.

2.2.2. Modelo de datos panel.

“En estadística y econometría, el término de datos de panel se refiere a datos que combinan una dimensión temporal con otra transversal”. (Wikipedia, La enciclopedia libre, S.F).

Un conjunto de datos que recoge observaciones de un fenómeno a lo largo del tiempo se conoce como serie temporal. Dichos conjuntos de datos están ordenados y la información relevante respecto al fenómeno estudiado es la que proporciona su evolución en el tiempo. Un conjunto transversal de datos contiene observaciones sobre múltiples fenómenos en un momento determinado. En este caso, el orden de las observaciones es irrelevante.

Un conjunto de datos de panel recoge observaciones sobre múltiples fenómenos a lo largo de determinados períodos. La dimensión temporal enriquece la estructura de los datos y es capaz de aportar información que no aparece en un único corte” (Wikipedia, La enciclopedia libre, S.F).

El modelo de datos panel es también un modelo econométrico, para ampliar esta definición un ejemplo sería el siguiente “un modelo de datos de panel es uno que incluye una muestra de agentes económicos o de interés (individuos, empresas, bancos, ciudades, países, etc.) para un período determinado de tiempo, esto es, combina ambos tipos de datos (dimensión temporal y estructural).

A manera de ejemplo, se puede disponer de datos anuales de producción agrícola de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay durante un período de 20 años (1990 – 2009), lo cual es una base de datos mixta de serie temporal y corte transversal constituyéndose en un panel de datos. En este ejemplo, los elementos muestrales son el tiempo y los países del Mercosur”. (Baronio , A., & Vianco, A, 2014)

Encontrando así que “el principal objetivo de aplicar y estudiar los datos en panel es capturar la heterogeneidad no observable, ya sea entre agentes económicos o de estudio, así como también en

el tiempo, dado que esta heterogeneidad²¹ no se puede detectar ni con estudios de series temporales ni tampoco con los de corte transversal” (Baronio , A., & Vianco, A, 2014)

2.2.2.1. Especificación general de un modelo de datos panel

La especificación general de un modelo de regresión con datos de panel es la siguiente:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + X_{it}\beta + u_{it}$$

Con $i=1,\dots,N$; $t=1,\dots,T$.

Ecuación 1, Especificación general de un modelo de datos panel (Mayorga M, M., & Muñoz S, E, 2000)

Donde i se refiere al individuo o a la unidad de estudio (corte transversal), t a la dimensión en el tiempo, α es un vector de interceptos de n parámetros, β es un vector de K parámetros y X_{it} es la i -ésima observación al momento t para las K variables explicativas. En este caso, la muestra total de las observaciones en el modelo vendría dado por $N \times T$. (Mayorga M, M., & Muñoz S, E, 2000)

2.2.2.2. Ventajas y desventajas de un Modelo de datos Panel

De acuerdo con (Ramon Perazzi, J., & Orlandoni Merli, G.,2013) “varias son las razones para el auge de los modelos de datos panel (MDP): reconocimiento de las dificultades para estimar modelos de comportamiento individual con datos agregados de series de tiempo; preocupación por las distorsiones que las diferencias individuales introducen en las estimaciones obtenidas a partir de encuestas de corte transversal; avances en las técnicas econométricas, software y disponibilidad de este tipo de datos. Entre las ventajas de los MDP destaca el poder tomar en cuenta de manera explícita la heterogeneidad no observable, reduciendo el posible sesgo que ella genera, sin tener

²¹ La heterogeneidad se refiere a un grupo o mezcla compuesto por varios elementos diferentes y distinguibles a simple vista. La heterogeneidad es algo heterogéneo, o sea, que los elementos que lo componen son diferenciables entre sí y forman, a su vez, parte del mismo conjunto, mezcla o grupo (Chen. C, 2019)

que recurrir a variables dicotómicas; el mejor aprovechamiento de la información; menor riesgo de colinealidad²²; permite estudiar dinámicas de ajuste, modelos con retardos, relaciones intertemporales, modelos de ciclo de vida e intergeneracionales, permanencia en el tiempo de fenómenos como desempleo, pobreza; identifica y cuantifica efectos no posibles de detectar con datos de corte transversal o con series de tiempo (comparación de situaciones sin-con o antes-después de una intervención); permite construir y probar modelos de comportamiento relativamente más complejos sin recurrir a muchas restricciones (eficiencia técnica, cambio tecnológico, economías de escala); reducen sesgo de agregación, al recoger información de micro unidades (individuos, firmas, hogares), aumentando la precisión de las estimaciones.” Por otro lado las desventajas son “En términos generales, las desventajas asociadas a la técnica de datos de panel se relacionan con los procesos para la obtención y el procesamiento de la información estadística sobre las unidades individuales de estudio, cuando esta se obtiene por medio de encuestas, entrevistas o utilizando algún otro medio de levantamiento de los datos. Ejemplos de este tipo de limitaciones son: cobertura de la población de interés, porcentajes de respuesta, preguntas confusas, distorsión deliberada de las respuestas, etc.” (Mayorga M, M., & Muñoz S, E, 2000)

²² El proceso o término de multicolinealidad en Econometría es una situación en la que se presenta una fuerte correlación entre variables explicativas del modelo. La correlación ha de ser fuerte, ya que siempre existirá correlación entre dos variables explicativas en un modelo, es decir, la no correlación de dos variables es un proceso idílico, que sólo se podría encontrar en condiciones de laboratorio. (Wikipedia, La enciclopedia libre, 2019)

2.2.2.3. Modelo de efectos fijos

De acuerdo con (Mayorga M, M., & Muñoz S, E, 2000) “el modelo de efectos fijos considera que existe un término constante diferente para cada individuo, y supone que los efectos individuales son independientes entre sí.

Con este modelo se considera que las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal y que éstas se diferencian por características propias de cada una de ellas, medidas por medio del intercepto. Es por ello que los N interceptos se asocian con variables dummy con coeficientes específicos para cada unidad, los cuales se deben estimar. Para la i-ésima unidad de corte transversal, la relación es la siguiente:

$$Y_i = i\alpha_i + \beta X_i + u_i$$

Ecuación 2, Especificación de un modelo de datos panel de efectos fijos (Mayorga M, M., & Muñoz S, E, 2000)

Donde el subíndice i representa un vector columna de unos. Debe hacerse notar que en este modelo se presenta una pérdida importante de grados de libertad”

Capítulo 3. Metodología.

A continuación, se describe la metodología empleada para el análisis del comportamiento del acceso internet móvil en Colombia mediante el uso de modelos de datos panel para el periodo de 2017-2018.

3.1. Recolección de la información

Los datos obtenidos provienen de los archivos de Excel públicos descargables de internet denominados por MINTIC como “Informes y Boletines trimestral de las TIC”. Para el análisis se han tenido en cuenta solamente aquellos con información referente al acceso a internet móvil por suscripción desde el segundo trimestre del año 2010 hasta el cuarto trimestre del año 2018.

3.2. Procesamiento de la información

Los archivos descargados contienen información relevante del sector TICS incluyendo reportes de telefonía fija y móvil e internet fijo y móvil. Se selecciono la hoja de Excel por archivo que contiene los datos reportados de internet móvil por suscripción y la Hoja que contiene los datos reportados de abonados pospago. La extracción de dichas hojas se realizó para 30 archivos. Luego se procedió a consolidar todos los reportes en un solo archivo organizando los datos por filas y columnas usando las variables de interés. El ordenamiento de la información disponible para que pudiera ser procesada mediante un modelo de datos panel requirió excluir al operador UNE EPM TELECOMUNICACIONES S.A. E.S.P. - UNE EPM TELCO S.A. debido a que no presenta datos en algunos archivos seleccionados.

Capítulo 4. Análisis y resultados.

4.1. Estadísticos descriptivos.

A continuación, se describen las variables de interés y su incidencia en el análisis del número de abonados de internet móvil (A).

4.1.1. Descripción General.

Abonados: Variable Cuantitativa. Corresponde al número de clientes únicos (persona natural o jurídica) por cada tipo de contrato (prepago y pospago) que (CRC,2016. P.23) “según datos al último día de cada mes de medición, están obligados contractualmente a pagar un cargo fijo de manera periódica por el servicio de acceso a Internet móvil.”

Ingresos IM: Variable Cuantitativa. Total, de ingresos generados por los suscriptores durante el mes de medición. Esta información debe ir discriminada por segmento y terminal. No incluye IVA.

Líneas activadas: Variable Cuantitativa. Cantidad de líneas activadas durante el trimestre reportado. Como línea activada se debe entender una línea que durante el trimestre reportado surtió el proceso de activación del proveedor encontrándose atribuida a un abonado (persona natural o jurídica) y en capacidad de cursar tráfico entrante o saliente.

Líneas Retiradas: Variable Cuantitativa. Cantidad de líneas desactivadas durante el trimestre reportado, con corte al último día del mismo.

Abonados Pospago: Variable Cuantitativa. Corresponde al número de abonados en el servicio de telefonía móvil por la modalidad de suscripción pospago.

4.1.1.1. Descripción para la variable Abonados (A):

A continuación, se describe el comportamiento de los abonados entre el 2017 y 2018 medido por trimestre:

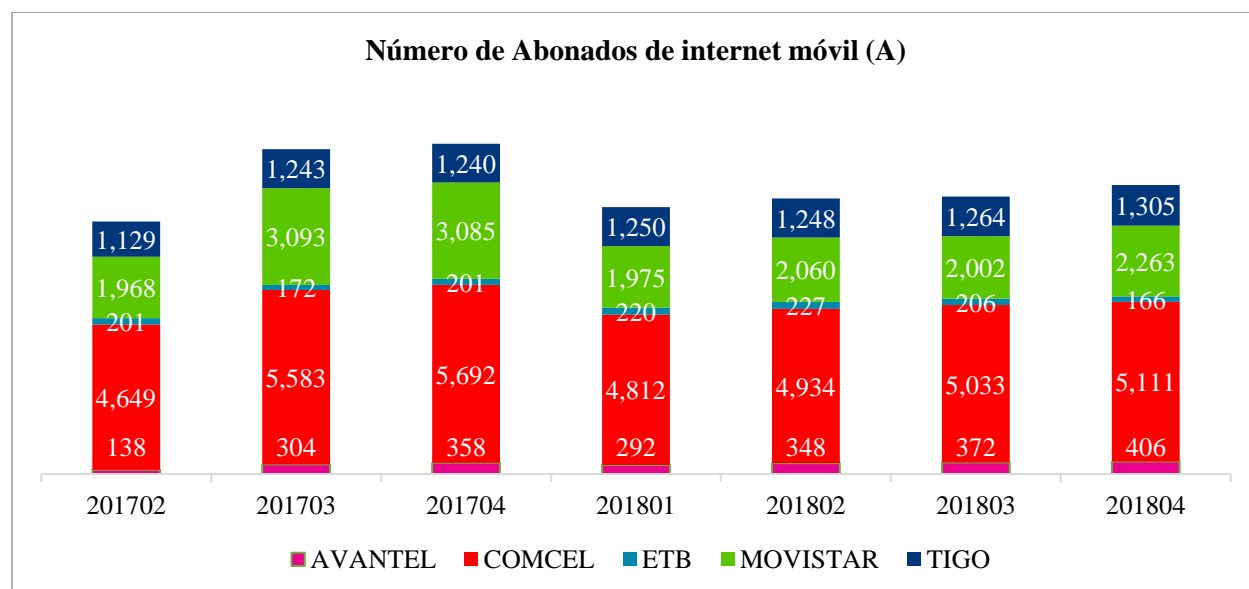


Gráfico 7, Número de Abonados de internet móvil (A)^d

Se puede evidenciar para el primer periodo de 2018, 3 de los 5 proveedores evaluados presentan una fuerte disminución respecto al periodo inmediatamente anterior 2017-4, Claro disminuyo en un (15%) sus abonados, Movistar en un (36%) y Avantel en un (18%) mientras que ETB presentó un crecimiento del (10%).

Tabla 1, Estadístico Descriptivo Variable Abonados

Estadístico	Valor
Mean	1844324.
Median	1247859.
Maximum	5692459.
Minimum	138131.0
Std. Dev.	1856020.
Skewness	0.934389
Kurtosis	2.445011
Jarque-Bera	5.542163
Probability	0.062594
Sum	64551351
Sum Sq. Dev.	1.17E+14
Observations	35

En la tabla nro. 2 se puede evidenciar los valores estadísticos de la variable Abonados (A) en donde existen valores en un rango entre 138.131 como mínimo y 5.692.459 como valor Máximo, la Media es de 1.844.324 con una desviación estándar de 1.856.020 y se puede afirmar que existe un sesgo a la derecha de 0.93.

Por otra parte, se puede demostrar que los datos de la variable están distribuidos normalmente de acuerdo al estadístico Jarque-Bera con un valor de 5.54 con un p-valor mayor a (<0.1).

4.1.1.2. Descripción para la variable Ingresos IM (IM):

A continuación, se describe el comportamiento de los ingresos generados por los suscriptores entre el periodo 2017 y 2018 medido por trimestre, y las variaciones tal como se muestra:

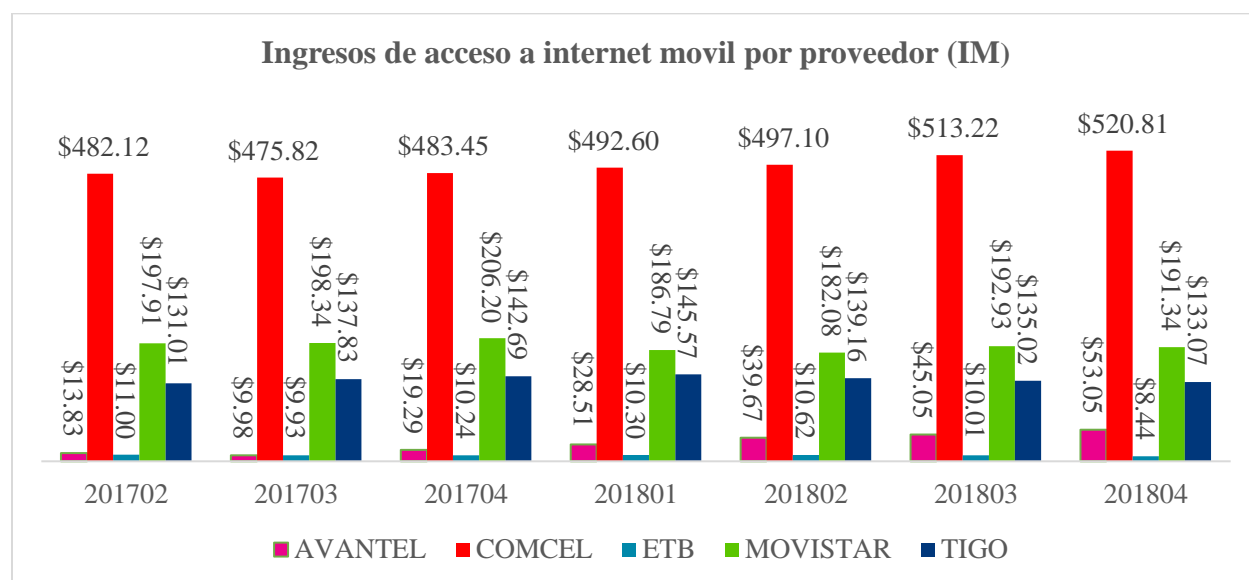


Gráfico 8, Ingresos de acceso a internet móvil por proveedor (IM)⁴

Se puede evidenciar que el proveedor AVANTEL presenta un crecimiento constante y destacado trimestre a trimestre, teniendo así el 4 trimestre del 2018 (201804) unos ingresos de \$ 53.000 Billones de Pesos (\$) lo cual representa un 175% respecto a el mismo periodo del año anterior (201704) y un 18% respecto al trimestre inmediatamente anterior (201803). Sin embargo, se

evidencia que el proveedor ETB presenta un comportamiento diferente cerrando así el 4 trimestre del 2018 (201804) con unos ingresos de \$ 8.000 Billones de Pesos (\$) lo cual evaluado con el mismo periodo del año anterior (201704) representa un -18% y respecto al trimestre inmediatamente anterior (201803) de un -16%.

En el año 2017 el Proveedor AVANTEL expone un cambio importante en la Gerencia de la compañía a mediados del mes de mayo, dicho cambio apuesta a varias estrategias que le permitieron crecer en el mercado de Internet Móvil y atraer más clientes. Para lograr esto este cambio se focalizo en los temas que de acuerdo a análisis nacionales y en Centroamérica son más relevante que es: “Más datos a menor precio” y la “Generación Millennial” (Revista Dinero, 2017), confirmando las cifras expuestas por MINTIC.

Tabla 2, Estadístico Descriptivo Variable Ingreso IM

Estadístico	Valor
Mean	1.73E+11
Median	1.38E+11
Maximum	5.21E+11
Minimum	8.44E+09
Std. Dev.	1.77E+11
Skewness	0.976053
Kurtosis	2.571470
Jarque-Bera	5.825103
Probability	0.14337
Sum	6.06E+12
Sum Sq. Dev.	1.07E+24
Observations	35

En la tabla anterior se puede evidenciar los valores estadísticos de la variable Ingresos IM (IM) en la cual existe un rango entre 8.44 mil Millones como mínimo y 5.21 miles de Millones como valor Máximo, la Media es de 1.73 miles de Millones con una desviación estándar de 1.77 miles de Millones y se puede afirmar que existe un sesgo a la derecha de 0.97.

Por otra parte, se puede demostrar que los datos de la variable están distribuidos normalmente de acuerdo al estadístico Jarque-Bera con un valor de 5.82 con un p-valor mayor a (<0.1).

4.1.1.3. Descripción agrupada por proveedor para las variables de Abonados Pospago (AP), Líneas Activas (LA) y Líneas Retiradas (LR):

En el siguiente gráfico se puede evidenciar el comportamiento en el Proveedor AVANTEL de las líneas activas (LA), retiradas (LR) y los abonados pospago (AP), evidenciando así que los Abonados Pospago (AP) tienen una tendencia al crecimiento sobre las LA y LR.

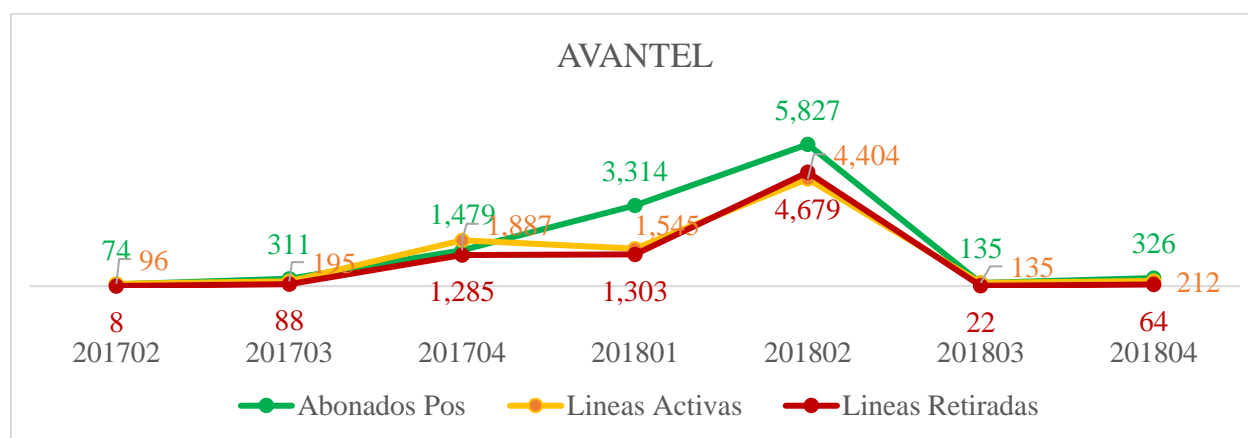


Gráfico 9, AVANTEL comportamiento de LA, LR y AP⁴

En el gráfico del proveedor ETB se evidencia que para el periodo 201801 los AP presentaron un crecimiento del 158% respecto al periodo inmediatamente anterior, sin embargo, se retiraron un 41% más de líneas del total de AP para este periodo. Además, se evidencia para el año 201804 una caída empinada tanto de AP, como de LA y LR respecto al trimestre 201803 donde y de acuerdo a lo manifestado en un Comunicado de Prensa “ETB alcanza utilidades por \$24 mil millones en el tercer trimestre (ETB, 2018)”.

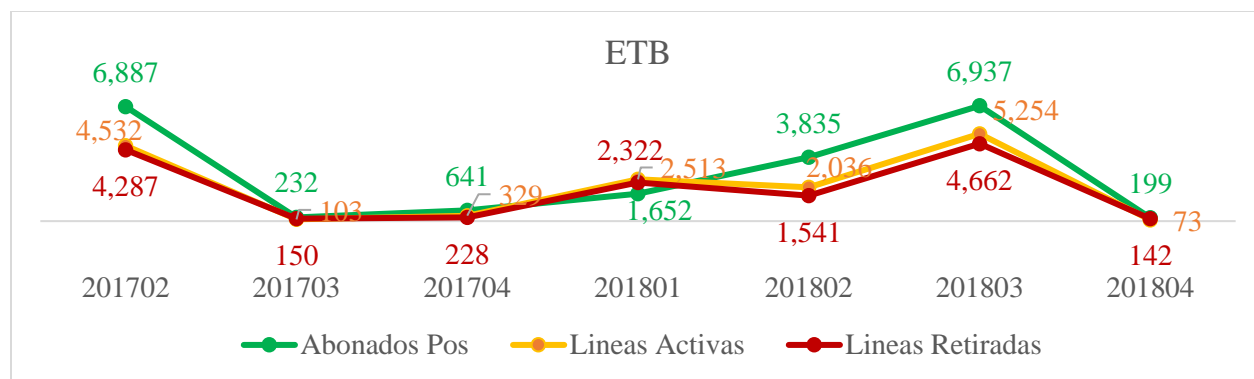


Gráfico 10, ETB comportamiento de LA, LR y AP⁴

En el siguiente gráfico se denota el comportamiento del proveedor COMCEL donde las líneas retiradas (LR) están en un rango entre el 35% y 46% del total de Abonados Pospago (AP) es decir que del total de AP en promedio el 35% al 46% retira su línea con este Proveedor, en donde el periodo 201802 se denota una mayor afectación en el número de LR respecto al total de AP. Sin embargo, al cierre del año 2018 (201804) de evidencia un crecimiento del 80% respecto al trimestre inmediatamente anterior (201803) de los AP a pesar de que las líneas activas y las líneas retiradas también presentaron este comportamiento no afectó este indicador.

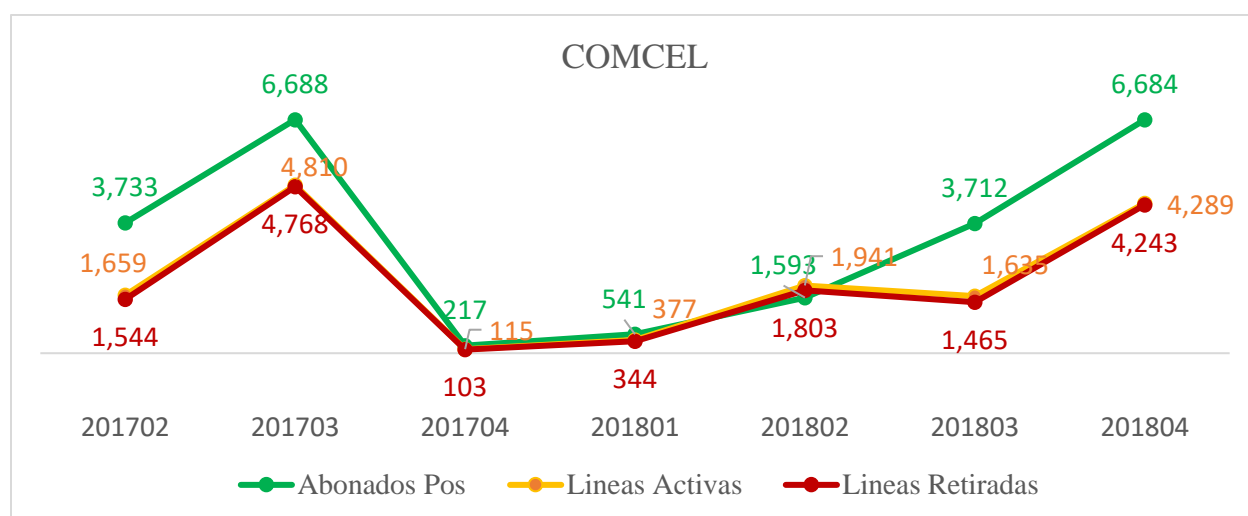


Gráfico 11, COMCEL comportamiento de LA, LR y AP⁴

El proveedor MOVISTAR presentó un decrecimiento para el periodo del 201804 de sus Líneas Activas (LA) y sus Abonados Pospago (AP) en razón al mismo periodo del año inmediatamente anterior del 62% y 43% respectivamente. Sin embargo, el periodo donde mayor afectación se generó fue en 201801 donde se llegaron a 251.000 abonados pospago luego de venir de más de 6.000.000 en el trimestre anterior.

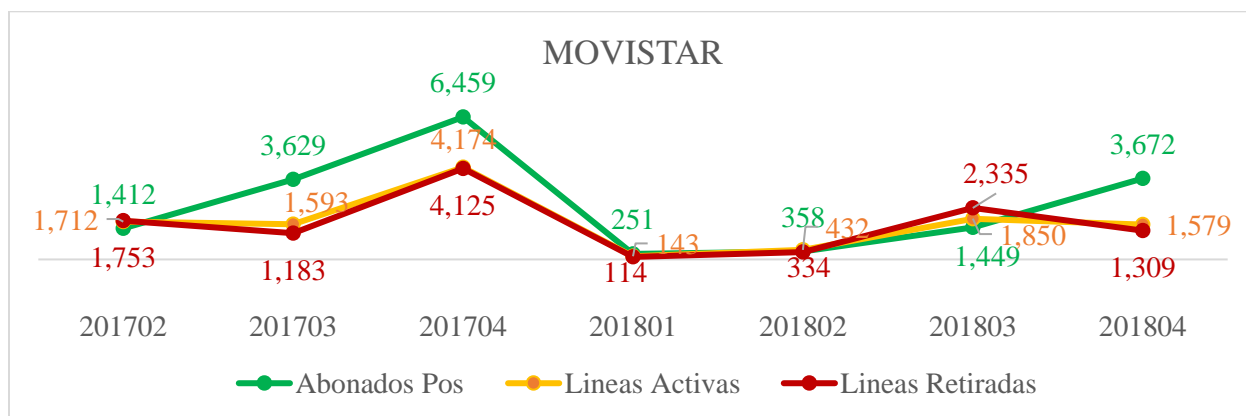


Gráfico 12, MOVISTAR comportamiento de LA, LR y AP⁴

En el siguiente gráfico se visualiza el comportamiento del proveedor TIGO evidenciando en el periodo 201801 se presentó el mayor salto del 73% en abonados pospago (AP), esto teniendo en cuenta el trabajo en calidad de red y servicio ofrecido a sus clientes en velocidad móvil de descarga y de subida.

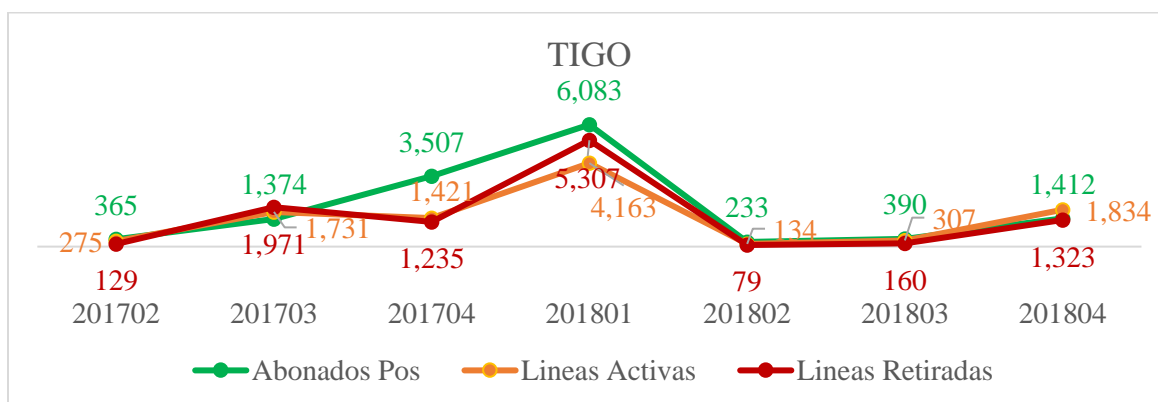


Gráfico 13, TIGO comportamiento de LA, LR y AP⁴

Dadas las ilustraciones anteriores se puede corroborar que todos los proveedores exceptuando AVANTEL en algún periodo de la medición las LR superaron los Abonados Pospago (AP) lo cual indica que fueron más los clientes que se retiraron del Proveedor que los que este pudo captar en el cierre del periodo medido en servicio Pospago.

4.1.1.4. Descripción para la variable de Abonados Pospago (AP):

Respecto al valor de Abonados Pospago (AP) en los periodos evaluados existen valores entre (74.001) mínimo a (6.936.693) máximo, es decir que el número de usuarios pospago en los proveedores presentan variaciones constantes.

Por otra parte, se evidencia que la media de los AP fue de 2.446.004 Millones de usuarios con una desviación estándar de 2.410.809.

Además, se puede confirmar que los datos de esta variable AP están distribuidos normalmente dado el valor del estadístico Jarque-Bera de 4.42 con un p-valor mayor de (< 0.1) y que teniendo el sesgo de 0.74 se puede afirmar que existe un sesgo a la derecha, estos descriptivos se resumen en la tabla nro. 3.

Tabla 3, Estadístico Descriptivo Variable Abonados Pospago

Estadístico	Valor
Mean	2446004.
Median	1449286.
Maximum	6936693.
Minimum	74001.00
Std. Dev.	2410809.
Skewness	0.742159
Kurtosis	2.088808
Jarque-Bera	4.423816
Probability	0.109492
Sum	85610129
Sum Sq. Dev.	1.98E+14
Observations	35

4.1.1.5. Descripción para la variable Líneas Activas (LA):

Respecto al valor de las líneas activas (LA) en los periodos evaluados existen valores entre (73.423) mínimo a (5.254.089) máximo dado el cierre de cada trimestre.

Por otro lado, se evidencia que la media de las LA fue de 1.699.674 Millones de líneas con una desviación estándar de 1.616.651.

Además, se puede confirmar que los datos de esta variable LA están distribuidos normalmente dado el valor del estadístico Jarque-Bera de 4.45 con un p-valor mayor de (< 0.1) y que teniendo en cuenta el valor de sesgo de 0.83 se puede afirmar que existe un sesgo a la derecha, estos descriptivos se pueden ver en la tabla nro. 4.

Tabla 4, Estadístico descriptivo de la Variable Líneas Activas

Estadístico	Valor
Mean	1699674.
Median	1592823.
Maximum	5254089.
Minimum	73423.00
Std. Dev.	1616651.
Skewness	0.836157
Kurtosis	2.491614
Jarque-Bera	4.455340
Probability	0.107779
Sum	59488586
Sum Sq. Dev.	8.89E+13
Observations	35

4.1.1.6. Descripción para la variable Líneas Retiradas (LR):

De acuerdo a los periodos evaluados y con razón al valor de la variable líneas retiradas (LR) existen valores entre (8.026) mínimo a (5.306.599) máximo, es decir que el retiro de líneas en los proveedores presenta variaciones constantes.

Por otra parte, se evidencia que la media de los LR fue de 1.611.613 Millones de líneas con una desviación estándar de 1.672.587.

Además, se puede confirmar que los datos de esta variable LR están distribuidos normalmente dado el valor del estadístico Jarque-Bera de 5.43 con un p-valor mayor de (< 0.1) y teniendo en cuenta el valor de sesgo de 0.94 se puede afirmar que existe un sesgo a la derecha, estos descriptivos se resumen en la tabla nro. 5.

Tabla 5, Estadístico Descriptivo de la Variable Líneas Retiradas

Estadístico	Valor
Mean	1611613.
Median	1302725.
Maximum	5306599.
Minimum	8026.000
Std. Dev.	1672587.
Skewness	0.942323
Kurtosis	2.583276
Jarque-Bera	5.433096
Probability	0.066103
Sum	56406454
Sum Sq. Dev.	9.51E+13
Observations	35

4.2. Modelo de Datos Panel.

En este orden de cosas, y teniendo como referencia los descriptivos de cada variable se empezó a evaluar el modelo que mejor ajuste tuviese para explicar la variable Y en este caso Abonados (A) y en el cual se concluyó utilizar el Modelo de datos Panel

4.2.1. Modelo de efectos fijos

Se creó un modelo de datos panel con efectos fijos para la explicación de los Abonados (A) a partir de las variables seleccionadas.

Con el fin de manejar escalas compatibles y suavizar los datos, dado los análisis descriptivos realizados por cada variable, se aplica la transformación a cada variable de logaritmo natural, por consiguientemente, se obtuvieron los siguientes modelos:

Tabla 6, Modelos de datos panel evaluado

Periodos	Modelo	Cantidad de Variables de interés	R-squared	Durbin - Watson	Variables	Observación
50	Fijo	2	0.975025	0.540534	LA LR	201602 - 201804
40	Aleatorio	3	0.945214	1.14033	IM LA LR	201701 - 201804
40	Fijo	2	0.989186	1.479952	IM AP	201701 - 201804
35	Aleatorio	3	0.96334	1.136433	IM LA LR	201702 - 201804
35	Fijo	2	0.992079	1.962084	IM AP	201702 - 201804
64	Fijo	3	0.996412	1.028059	IM LA LR	201501 - 201804 sin AVANTEL
64	Aleatorio	2	0.982662	0.406952	IM AP	201501 - 201804 sin AVANTEL
64	Aleatorio	3	0.9833	0.592155	IM LA LR	201501 - 201804 sin AVANTEL

De acuerdo a las pruebas de hipótesis realizadas que se describen a continuación el modelo seleccionado es:

Tabla 7, Modelo de datos panel seleccionado

Periodos	Modelo	Cantidad de Variables de interés	R-squared	Durbin - Watson	Variables	Observación
35	Fijo	2	0.992079	1.962084	IM AP	201702 – 201804

4.2.2. Contraste de medias y Varianzas

Para el contraste de medias y varianzas las hipótesis a evaluar son las siguientes:

$$H_0 = \text{media/varianza ind1} = \text{media/varianza ind2} = \text{media/varianza ind K}$$

$$H_1 \neq \text{media/varianza ind1} \neq \text{media/varianza ind2} \neq \text{media/varianza ind K}$$

4.2.2.1. Contraste de medias y Varianzas variable Abonados (A):

Después de aplicar una transformación logarítmica (logaritmo natural) a la variable Abonados (A) y crear una nueva variable denominada LogAbonados (LogA). La prueba de medias aplicadas (Anova-F) en la variable LogAbonados (LogA) dio un valor de 144.8449, con una probabilidad menor a 0.1 (p-value < 0.1), se concluye que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar H_0 en favor de H_1 con un α del 0.1 es decir que las medias de la variable valor Abonados (A) son diferentes.

Además, se observan los resultados del análisis de varianza que se obtienen comparando la varianza entre “las medias de los grupos (Between) y la varianza dentro de los grupos (Within), que permitirá determinar si los grupos son todos parte de una población más grande o poblaciones separadas con características diferentes, también se evidencia la cuantificación de ambas fuentes

de variación (Sum of Sq.), los grados de libertad asociados a cada suma de cuadrados (df) y el valor concreto de cada estimador de la varianza (Mean Sq.).” MENDOZA RODRIGUEZ, W. S., & PÉREZ SANMARTÍN, Y. L. (2016).

Por otra parte, se evidencian las categorías estadísticas organizadas en intervalos.

Sample: 2017M02 2018M04			
Included observations: 35			
Method	df	Value	Probability
Anova F-test	(4, 30)	144.8449	0.0000

Gráfico 14, Prueba de Contraste de Medias de la variable LogAbonados

En la prueba de varianza, se obtienen resultados por 3 métodos (Bartlett, Levene, Brown-Forsythe) por lo cual se concluye que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar H_0 en favor de H_1 indicando que las varianzas de los individuos son diferentes:

Sample: 2017M02 2018M04			
Included observations: 35			
Method	df	Value	Probability
Bartlett	4	11.33235	0.0231
Levene	(4, 30)	6.961790	0.0004
Brown-Forsythe	(4, 30)	3.002829	0.0339

Gráfico 15, Prueba de contraste de Varianza de la variable LogAbonados

4.2.2.2. Contraste de medias y Varianzas variable Abonados Pospago (AP):

Después de aplicar una transformación logarítmica (logaritmo natural) a la variable Abonados Pospago (AP) y crear una nueva variable denominada LogAbonadosPospago (LogAP). La prueba de medias aplicadas (Anova-F) en la variable AP dio un valor de 233.6538 y la prueba (Weich-F) dio un valor de 138.5174, con una probabilidad menor a 0.1 ($p\text{-value} < 0.1$) en ambos casos, por tanto, se puede concluir que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar H_0 en favor de H_1 con un α del 0.1 es decir que las medias de la variable Abonados Pospago (AP) son diferentes.

Sample: 2017M02 2018M04
Included observations: 35

Method	df	Value	Probability
Anova F-test	(4, 30)	233.6538	0.0000
Welch F-test*	(4, 3.95876)	138.5174	0.0002

*Test allows for unequal cell variances

Gráfico 16, Prueba de Contraste de Medias de la variable LogAbonadosPospago

En la prueba de varianza, se obtienen resultados por 3 métodos (Bartlett, Levene, Brown-Forsythe) con un valor respectivamente de 10.74325, 21.34568, 19.20932, y con una probabilidad menor a 0.1 ($p\text{-value} < 0.1$), por lo cual se concluye que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar H_0 en favor de H_1 indicando que las varianzas de los individuos son diferentes:

Sample: 2017M02 2018M04
Included observations: 35

Method	df	Value	Probability
Bartlett	4	10.74325	0.0296
Levene	(4, 30)	21.34568	0.0000
Brown-Forsythe	(4, 30)	19.20932	0.0000

Gráfico 17, Prueba de contraste de Varianza de la variable LogAbonadosPospago

4.2.2.3. Contraste de medias y Varianzas variable Ingresos Móvil (IM):

Después de aplicar una transformación logarítmica (logaritmo natural) a la variable Ingresos Móvil (IM) y crear una nueva variable denominada LogIngresosMovil (LogIM). La prueba de medias aplicadas (Anova-F) en la variable IM dio un valor de 203.2003, con una probabilidad menor a 0.1 ($p\text{-value} < 0.1$) por tanto, se puede confirmar que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar H_0 en favor de H_1 con un α del 0.1 es decir que las medias de la variable IM son diferentes.

Sample: 2017M02 2018M04
Included observations: 35

Method	df	Value	Probability
Anova F-test	(4, 30)	203.2003	0.0000

Gráfico 18, Prueba de Contraste de Medias de la variable LogIngresosMovil

En la prueba de varianza, se obtienen resultados por 3 métodos (Bartlett y Levene) con un valor de 9.380311, 5.504262 y 0.707835, respectivamente, y con una probabilidad menor a 0.1 (p-value < 0.1) se concluye que existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar H_0 en favor de H_1 indicando que las varianzas de los individuos son diferentes:

Sample: 2017M02 2018M04			
Included observations: 35			
Method	df	Value	Probability
Bartlett	4	9.380311	0.0523
Levene	(4, 30)	5.504262	0.0019
Brown-Forsythe	(4, 30)	0.707835	0.5929

Gráfico 19, Prueba de contraste de Varianza de la variable LogIngresosMovil

El gráfico muestra las categorías estadísticas organizadas en intervalos de frecuencias de la variable Log Ingresos Móvil IM, teniendo en cuenta los ingresos generados por internet Móvil en Colombia y reportado por los Proveedores en 35 observaciones, evidenciando los resultados de la media, la desviación estándar y el error estándar de la media de cada intervalo de frecuencia.

4.2.3. Estimación del modelo

En la estimación del modelo se realiza la definición del modelo basado en la variable dependiente Y que en el caso es Log Abonados (A) seguida de las variables regresoras o explicativas que para el modelo seleccionado es Log Abonados Pospago (LogAP) y Log Ingresos Móvil (LogIM), además de definir los periodos de la muestra y los efectos que se van a usar para el ejercicio Efectos Fijos.

4.2.4. Pruebas para validación del modelo

Luego de planteado el modelo se puede identificar en los datos obtenidos los diferentes valores tal como se observa en el gráfico nro.20, el valor del R^2 con un 0.99, lo cual revela que el ajuste del modelo planteado es representativo ya que es cercano a 100% y que la variable Abonados (A) variable de respuesta, es explicada por el modelo con las variables seleccionadas.

Al mismo tiempo, se obtiene otros valores como el del Durbin – Watson de 1.96 lo cual permite ratificar la independencia de los residuales y que existe una correlación serial positiva, valor del Log Likelihood es de 27.62926 el criterio de información Akaike (AIC) es de -0.835958.

Dependent Variable: LOGABON

Method: Panel Least Squares

Date: 06/05/19 Time: 19:39

Sample: 2017M02 2018M04

Periods included: 7

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 35

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGABOPOS	0.040832	0.018683	2.185590	0.0398
LOGINGIM	0.343278	0.099891	3.436522	0.0024
C	4.595959	2.461206	1.867360	0.0752

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

Period fixed (dummy variables)

R-squared	0.992079	Mean dependent var	13.78807
Adjusted R-squared	0.987758	S.D. dependent var	1.252649
S.E. of regression	0.138596	Akaike info criterion	-0.835958
Sum squared resid	0.422594	Schwarz criterion	-0.258257
Log likelihood	27.62926	Hannan-Quinn criter.	-0.636535
F-statistic	229.6160	Durbin-Watson stat	1.962084
Prob(F-statistic)	0.000000		

Gráfico 20, Resultado del modelo de datos Fijos seleccionado

4.2.4.1. Prueba de normalidad del modelo

Para la prueba de normalidad las hipótesis a evaluar son las siguientes:

H_0 = Los datos provienen de una distribución normal

H_1 = Los datos no provienen de una distribución normal

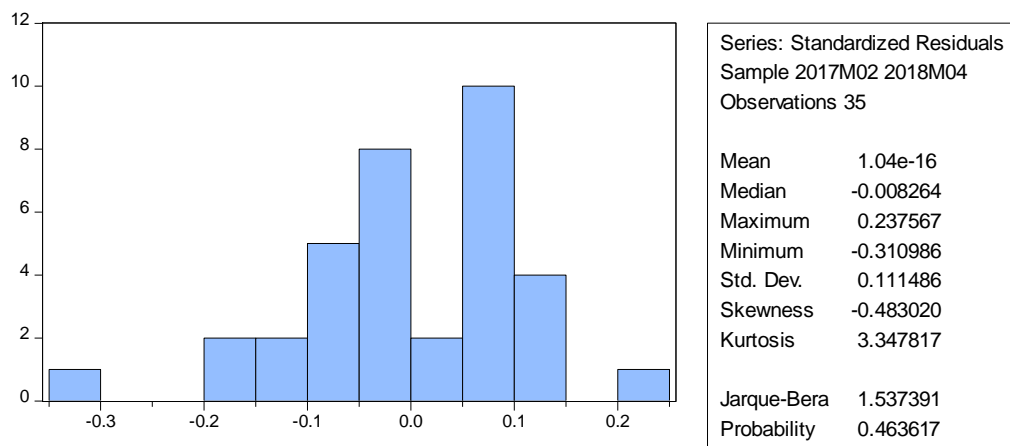


Gráfico 21, Prueba de Normalidad del modelo seleccionado en Eviews

Teniendo en cuenta la información arrojada en el gráfico anterior se evidencia el valor de Jarque-Bera es 1.5373 con una probabilidad del 46%, se puede confirmar que existe evidencia estadísticamente significativa para aceptar H_0 en favor de H_1 con un α del 0.1 lo que reafirma que existe normalidad.

4.2.4.2. Modelo y comportamiento de los residuales

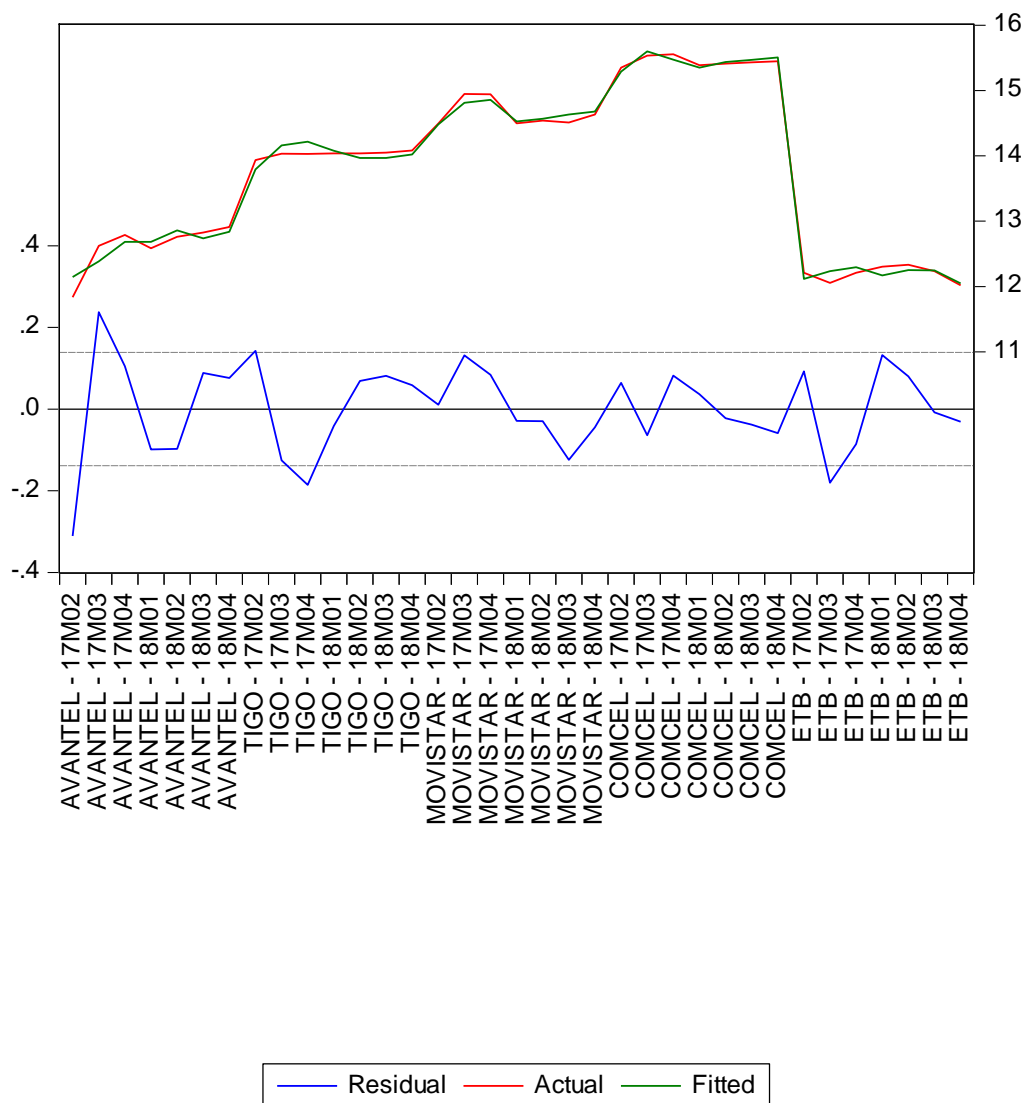


Gráfico 22, Prueba de Residuales del modelo seleccionado

De acuerdo al gráfico anterior, se puede constatar que la línea proyectada sigue la estructura de la línea actual es decir que los residuales están controlados efectúan la condición de normalidad.

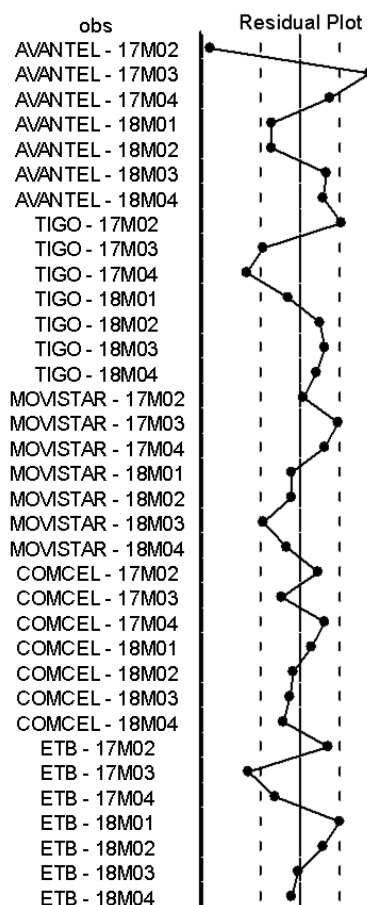


Gráfico 23. Comportamiento Residuales por periodo

En el gráfico nro. 24, se pueden evidenciar 4 tipos de métodos para las pruebas de dependencia de los residuales (Breusch, Pesaran scale, Bias, Pesaran CD) con valores de 21.244, 2.5142, 2.0976, -1.706419 respectivamente, se puede reafirmar que en los métodos Breusch, Pesaran scale, Bias con una probabilidad menor a 0.1 (valor < 0.1) hay evidencia estadística para rechazar H_0 a favor de H_1 .

Residual Cross-Section Dependence Test
 Null hypothesis: No cross-section dependence (correlation) in residuals
 Equation: EQ01_2
 Periods included: 7
 Cross-sections included: 5
 Total panel observations: 35
 Cross-section effects were removed during estimation

Test	Statistic	d.f.	Prob.
Breusch-Pagan LM	21.24427	10	0.0195
Pesaran scaled LM	2.514296		0.0119
Bias-corrected scaled LM	2.097629		0.0359
Pesaran CD	-1.706419		0.0879

Gráfico 24. Dependencia de Residuales del modelo seleccionado

4.2.4.3. Prueba de Heterocedasticidad de los residuales

Para la prueba de heterocedasticidad las hipótesis a evaluar son las siguientes:

$$H_0 = \sigma^2 \text{ Homocedasticos}$$

$$H_1 = \sigma^2 \text{ Heterocedasticos}$$

Para evaluar la heterocedasticidad de los residuales se obtienen 2 estadísticos (Bartlett y Brown-Forsythe) en los cuales su valor estadístico es 3.088021 y 1.751872 respectivamente, y una probabilidad mayor a (p-value > 0,05) se puede afirmar que los residuales son homocedásticos dado a que la varianza de los errores es constante a lo largo del tiempo, por tanto, se acepta H_0 en favor de H_1 .

Sample: 2017M02 2018M04
 Included observations: 35

Method	df	Value	Probability
Bartlett	3	3.088021	0.3783
Levene	(3, 31)	2.715422	0.0617
Brown-Forsythe	(3, 31)	1.751872	0.1769

Gráfico 25. Heterocedasticidad Residuales del modelo seleccionado

4.2.4.4. Prueba de redundancia del modelo

Redundant Fixed Effects Tests
Equation: EQ01_2
Test cross-section and period fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	17.548833	(4,22)	0.0000
Cross-section Chi-square	50.150346	4	0.0000
Period F	2.669877	(6,22)	0.0423
Period Chi-square	19.146764	6	0.0039
Cross-Section/Period F	9.436211	(10,22)	0.0000
Cross-Section/Period Chi-square	58.298257	10	0.0000

Gráfico 26. Prueba de Redundancia en el modelo

En esta prueba se pretende probar si los efectos de los individuos (proveedores) se pueden considerar o no iguales, si la variable dependiente Y (Abonados) es redundante.

De acuerdo a los datos del grafico anterior se pueden evidenciar las pruebas estadísticas (F y Chi cuadrado) con un valor de 17.548833 y 50.150346 respectivamente, con una probabilidad de 0.0000 para las 2 donde se puede concluir que existe una evidencia significativa para rechazar H_0 a favor de H_1 con un p-valor menor de 0.1 ($p < 0.1$) es decir que los efectos de los proveedores son diferentes.

4.2.5. Modelo de efectos Fijo seleccionado

Luego de realizar las pruebas de los diferentes modelos evaluado, y aplicando la transformación de cada variable a logaritmo natural para suavizar las por lo cual el modelo quedo de la siguiente forma:

$$YLnA_{it} = Ln\alpha + B_1LnAP_{it} + B_2LnIM_{it} + u_{it}$$

Ecuación 3. Ecuación del Modelo de seleccionado

Donde, $YLnA_{it}$ es el logaritmo natural de la variable que mide el número de Abonados reportado trimestralmente del individuo i en el periodo t (t), $Ln\alpha$ es el logaritmo natural del

término constante de regresión, $LnAP_{it}$ es el logaritmo natural de la variable que mide el número de Abonados pospago reportado trimestralmente del individuo i en el periodo t (t), $LnIM_{it}$ es el logaritmo natural de la variable que mide el Ingresos (\$) generados por internet móvil en el trimestralmente del individuo i en el periodo t (t), u_{it} es el logaritmo natural del error del individuo i en el periodo t .

Basados en los resultados del grafico nro. 27 y las pruebas realizadas en el numeral 4.2.2 Efectivamente, el modelo quedaría especificado de la siguiente forma:

$$YLnA_{it} = 4.595959 + 0.040832 AP_i + 0.343278 IM_i + u_{it}$$

Ecuación 4. Modelo Efectos Fijos Seleccionado

Los coeficientes obtenidos en el Modelo de efectos fijos representan la elasticidad (%) de los Abonados (A) reportados por los proveedores.

0.040832 Es el cambio esperado en los Abonados al aumentar una unidad en la variable Abonados Pospago, teniendo estables el resto de las variables en el modelo.

0.343278 Es el cambio esperado en los Abonados al aumentar una unidad en la variable Ingresos de Internet Móvil, teniendo estables el resto de las variables en el modelo.

Dependent Variable: LOGABON
 Method: Panel Least Squares
 Date: 06/08/19 Time: 09:33
 Sample: 2017M02 2018M04
 Periods included: 7
 Cross-sections included: 5
 Total panel (balanced) observations: 35

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGABOPOS	0.040832	0.018683	2.185590	0.0398
LOGINGIM	0.343278	0.099891	3.436522	0.0024
C	4.595959	2.461206	1.867360	0.0752
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
Period fixed (dummy variables)				
R-squared	0.992079	Mean dependent var	13.78807	
Adjusted R-squared	0.987758	S.D. dependent var	1.252649	
S.E. of regression	0.138596	Akaike info criterion	-0.835958	
Sum squared resid	0.422594	Schwarz criterion	-0.258257	
Log likelihood	27.62926	Hannan-Quinn criter.	-0.636535	
F-statistic	229.6160	Durbin-Watson stat	1.962084	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Gráfico 27. Resultado del Modelo seleccionado

4.2.6. Efectos fijos del modelo del Individuo

De acuerdo a las estimaciones de los efectos del modelo sobre los individuos tal como se observa en la tabla nro. 8, se puede evidenciar que el proveedor ETB y AVANTEL tiene un efecto negativo sobre los abonados con valores de -0.883565 y -0.747282 respectivamente, es decir que ETB es el que menos aporta a la variable. Además, se puede observar que MOVISTAR, TIGO y COMCEL tienen un efecto positivo sobre los abonados, siendo COMCEL con un valor de 1.014127 el proveedor que más aporta.

PROVEEDOR	Efectos
AVANTEL	-0.747282
TIGO	0.063341
MOVISTAR	0.553380
COMCEL	1.014127
ETB	-0.883565

Tabla 8. Efectos Individuos del modelo seleccionado

Es claro que a pesar de los diferentes factores que afectan los Abonados en cada uno de los Proveedores, es COMCEL el que tiene la mayor repercusión sobre los mismos y existe una amplia diferencia con los Proveedores que lo persiguen TIGO y MOVISTAR.

4.2.7. Efectos fijos del tiempo en modelo

De acuerdo a las estimaciones de los efectos del tiempo sobre el modelo tal como se observa en la tabla nro. 9, se puede evidenciar que los periodos trimestre 3 del 2017 y trimestre 4 del 2017 tienen un efecto positivo sobre los Abonados y el mayor efecto de tiempo en los abonados se presentó en el 4to trimestre del 2017 con un valor de 0.125146 es decir que es el mayor aporte aporta a la Variable.

PERIODO	Efectos
2017M02	-0.175163
2017M03	0.117250
2017M04	0.125146
2018M01	-0.041132
2018M02	-0.004271
2018M03	-0.014678
2018M04	-0.007152

Tabla 9. Efectos del Tiempo en el Modelo seleccionado

En el 3 y 4 periodo de 2017 se presenta el mayor efecto en los abonados dado a que se amplió la cobertura de internet en Móvil en el país, generando la instalación de antenas en lugares en los cuales no se contaba y el trabajo constante en las conexiones 4G. Además, de la penetración fuerte de la generación Millennial y su necesidad directa de estar conectado a través de internet en todo momento.

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

El modelo de datos panel aplicado y justificado mediante pruebas de hipótesis permitió evidenciar el comportamiento de los proveedores de internet Móvil por suscripción a partir del análisis de las variables Ingresos que se generan de estos abonados (IM) y los Abonados de Pospago (AP). Las cuales presentan evidencia estadísticamente significativa para explicar la variable Y que es los Abonados (A). Encontrando así que a pesar del movimiento constante del mercado y los diferentes factores que se pueden generar en la decisión de un usuario de mantenerse en un proveedor de Servicios de Internet móvil por suscripción, el proveedor COMCEL es el que tiene una mayor participación en este mercado históricamente, aunque comparado con el inicio del año 2017 no tenía la misma proporción es decir el mismo porcentaje de participación aun así sigue siendo el proveedor dominante del mercado y TIGO que es el que lo sigue se encuentra en una brecha amplia para alcanzarlo.

De acuerdo a este estudio se recomienda que los entes reguladores como la CRC y MINTIC, incluyan en los reportes periódicos la evaluación de la posición dominante de los proveedores de internet móvil por suscripción.

Por otro lado, se recomienda incluir e identificar en los reportes periódicos los mecanismos efectivos que permitan dar cuenta de la opinión del usuario respecto a variables de calidad de servicio, satisfacción con el proveedor, que tanto recomendaría al proveedor entre otros.

Estas recomendaciones buscan tener dos fuentes de información una que es lo que reportan los proveedores vs lo que el usuario recibe como servicio, lo cual es importante y permitirá tener una visión más amplia acerca del estado del servicio internet móvil por suscripción, así como una normatividad más ajustada que ayude a mejorar los indicadores como país.

Capítulo 6. Referencias

Baronio , A., & Vianco, A. (11 de 2014). *Datos de Panel, Guía para el uso de Eviews P.6.*

Recuperado el 05 de 06 de 2019, de

https://www.researchgate.net/publication/328812382_Datos_de_Panel_Guia_para_el_uso_de_Eviews

Camargo Mayorga, D. A., Cardona García, O., & Roncancio García, Á. D. (2017). Un Análisis de los servicios de telecomunicaciones, 2010-2015. *Sinapsis* (9), 1, 12- 28.

Comisión de regulación de telecomunicaciones CRT. (2007). *Modelo de costos de redes móviles.*

Recuperado el 30 de Mayo de 2019, de

https://www.crcom.gov.co/recursos_user/DocumentoSectorialModeloMoviles.pdf

CRC. (2007). *Resolución 1740 Por la cual se definen los indicadores de calidad para los servicios de telecomunicaciones y se dictan otras disposiciones.* Recuperado el 29 de Mayo de 2019, de https://www.crcom.gov.co/recursos_user/00001740.pdf

CRC. (s.f.). *FUNCIONES DE LA CRC.* Recuperado el 17 de Mayo de 2019, de

<https://www.crcom.gov.co/es/pagina/qui-nes-somos>

CRC Resolución 5076 . P.23. (2016). *Por la cual se modifica el TÍTULO-REPORTES DE INFORMACIÓN de la Resolución CRC 5050 de 2016, relacionado con el reporte de Información Periódica por parte de los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones, los Operadores de Televisión y los Op.* Recuperado el 24 de Mayo de 2019, de <https://www.crcom.gov.co/resoluciones/00005076.pdf>

CRC Resolución CRC N° 3496. (2011). *Por la cual se expide el Régimen de Reporte de Información Periódica de los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones a*

- la Comisión de Regulación de Comunicaciones*. Recuperado el 31 de Mayo de 2019, de <https://www.crcm.gov.co/resoluciones/00003496.pdf>
- ETB. (14 de 11 de 2018). *Comunicado de prensa*. Recuperado el 03 de 06 de 2019, de https://etb.com/corporativo/UploadFile/Resultados/2018-11-14-18-50-54_ETB-Resultados-3Q-2018.pdf
- EUMED. (s.f.). *Regresión con Variables Dummy*. Recuperado el 03 de 06 de 2019, de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2010c/720/Regresion%20con%20Variables%20Dummy.htm>
- Linares, D. F., & García, J. J. (2015). *Principales Determinantes del Precio de los Servicios de Voz de*. Recuperado el 03 de 06 de 2019, de <http://www.eafit.edu.co/escuelas/economiafinanzas/laboratorio-financiero/burkenroad/Paginas/Trabajo%20de%20Grado%20Diego%20Linares.pdf>
- Mayorga M, M., & Muñoz S, E. (09 de 2000). *LA TÉCNICA DE DATOS DE PANEL*. Recuperado el 3 de 06 de 2019, de http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/gma/metria2/datos_panel.pdf
- MENDOZA RODRIGUEZ, W. S., & PÉREZ SANMARTÍN, Y. L. (2016). *ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA MEDIANTE EL USO DE MODELOS DE DATOS PANEL PARA EL PERIODO DE 1995-2014*. Recuperado el 8 de Junio de 2019, de <https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/1353/mendozawilson2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MINTIC. (2010). *Informe trimestral de conectividad*. Recuperado el 17 de Mayo de 2019, de https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-7869_informe_de_conectividad_1t_2010_pdf.pdf

MINTIC. (2010). *Informe trimestral de conectividad. Evolución de suscripciones por tipo de acceso IT 2009 a IT 2010*. Recuperado el 17 de Mayo de 2019, de https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-7869_informe_de_conectividad_1t_2010_pdf.pdf

MINTIC. (2014). *METODOLOGÍA OPERACIÓN ESTADÍSTICA. ACCESO A INTERNET P.6*. Recuperado el 17 de Mayo de 2019, de https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-75766_metodologia.pdf

MINTIC. (2019). *Informes del Sector*. Recuperado el 17 de Mayo de 2019, de <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-multipropertyvalues-36376-36410.html>

MINTIC. (s.f.). *Historia de la conectividad en Colombia*. Recuperado el 17 de Mayo de 2019, de https://micrositios.mintic.gov.co/experiencia_internet/experiencia_internet_infografia.pdf?v01

MINTIC Resolución N° 781. (2013). *Por la cual se modifica la Resolución 3484 de 2012, que crea el SISTEMA DE INFORMACION INTEGRAL DEL SECTOR DE TIC-COLOMBIA TIC, y se dictan otras disposiciones*. Recuperado el 31 de Mayo de 2019, de https://mintic.gov.co/portal/604/articles-4302_documento.pdf

OPENSIGNAL. (s.f.). *COLOMBIA Mobile Network Experience Report*, Traducción propia. Recuperado el 24 de Mayo de 2019, de <https://www.opensignal.com/reports/2019/01/colombia/mobile-network-experience>

Post[data], *Producto de la CRC*. (s.f.). Recuperado el 24 de 05 de 2019, de

<https://www.postdata.gov.co/dashboard/dashboard/10>

Revista de Ingeniería n.23. 146-148. (2006). *Desde la academia, Internet para Colombia*.

Recuperado el Mayo de 2019, de

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932006000100017&lng=en&tlng=es)

[49932006000100017&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932006000100017&lng=en&tlng=es)

Revista Dinero. (14 de 12 de 2017). *Avantel quiere conquistar a los millennials y anuncia*

ambicioso plan de mercado. Recuperado el 03 de 06 de 2019, de

[https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/avantel-y-sus-planes-de-](https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/avantel-y-sus-planes-de-negocio-en-colombia/253331)

[negocio-en-colombia/253331](https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/avantel-y-sus-planes-de-negocio-en-colombia/253331)

SIUST. (s.f.). *Sistema de Información Unificado del Sector de Telecomunicaciones – SIUST*.

Recuperado el 17 de Mayo de 2019, de <http://www.siust.gov.co/siust/>

The Network Encyclopedia. (s.f.). *What is Universal Wireless Communications (UWC-136)?*,

Traducción propia. Recuperado el 31 de Mayo de 2019, de

[http://www.thenetworkencyclopedia.com/entry/universal-wireless-communications-uwc-](http://www.thenetworkencyclopedia.com/entry/universal-wireless-communications-uwc-136/)

[136/](http://www.thenetworkencyclopedia.com/entry/universal-wireless-communications-uwc-136/)

Wikipedia, La enciclopedia libre. (s.f.). *"LTE (telecomunicaciones)".* Recuperado el 31 de Mayo

de 2019, de

[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=LTE_\(telecomunicaciones\)&oldid=116316246](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=LTE_(telecomunicaciones)&oldid=116316246)

Wikipedia, La enciclopedia libre. (11 de 08 de 2015). *Test de Breusch-Pagan*. Recuperado el 03

de 06 de 2019, de [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Test_de_Breusch-](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Test_de_Breusch-Pagan&oldid=84352591)

[Pagan&oldid=84352591](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Test_de_Breusch-Pagan&oldid=84352591).

Wikipedia, La enciclopedia libre. (13 de Enero de 2018). *Enhanced Data Rates for GSM*

Evolution. Recuperado el 31 de Mayo de 2019, de

https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Enhanced_Data_Rates_for_GSM_Evolution&oldid=104877353.

Wikipedia, La enciclopedia libre. (22 de Mayo de 2019). *Coeficiente de correlación de Pearson*.

Recuperado el 03 de Junio de 2019, de

https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Coeficiente_de_correlaci%C3%B3n_de_Pearson&oldid=116145103

Wikipedia, La enciclopedia libre. (4 de Mayo de 2019). *High-Speed Downlink Packet Access*.

Recuperado el 31 de Mayo de 2019, de [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=High Speed_Downlink_Packet_Access&oldid=115698996](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=High_Speed_Downlink_Packet_Access&oldid=115698996).

Wikipedia, La enciclopedia libre. (9 de Febrero de 2019). *IDEN*. Recuperado el 31 de Mayo de

2019, de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=IDEN&oldid=113836111>.

Wikipedia, La enciclopedia libre. (26 de Febrero de 2019). *InterNIC. Internet Network*

Information Center. Recuperado el 16 de 05 de 2019, de

<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=InterNIC&oldid=114228278>

Wikipedia, La enciclopedia libre. (12 de Marzo de 2019). *PCMCIA*. Recuperado el 31 de Mayo

de 2019, de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=PCMCIA&oldid=114545793>

Wikipedia, La enciclopedia libre. (6 de Mayo de 2019). *WiMAX*. Recuperado el 31 de Mayo de

2019, de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=WiMAX&oldid=115765138>.

Wikipedia, La enciclopedia libre. (s.f.). *Datos de panel*. Recuperado el 05 de 06 de 2019, de
https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Datos_de_panel&oldid=116467567